

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE CIVIL

TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD PARA PROYECTO INMOBILIARIO DE VIVIENDAS DE INTERÉS PÚBLICO (VIP) CON EL SISTEMA CONSTRUCTIVO STEEL FRAMING Y UNA COMPARATIVA CON EL MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL.

AUTOR:

HUGO RUBÉN USAMÁ NARVÁEZ

DIRECTOR:

ING. FREDI AUGUSTO PAREDES VÁSQUEZ

QUITO, MAYO DE 2022

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por cuidar siempre de mí y por darme la sabiduría y fortaleza necesaria para cumplir mi objetivo.

A mis padres, Marcia (+) y Fidencio, por el esfuerzo y sacrificio invertido en toda esta etapa.

A mi esposa Elizabeth por la paciencia y apoyo incondicional, y a mis hijos Derek y Hugo por ser mi inspiración.

A mis hermanos, Erika, Wagner y Efrén que de una u otra manera han estado brindándome su apoyo.

A mi director, Ing. Fredi Paredes por el apoyo brindado a lo largo del desarrollo de este trabajo.

A mis lectores, Ing. Xavier Castellanos y al Ing. Paúl Enríquez por sus recomendaciones y correcciones.

Hugo Usamá Narváez.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios y a la Virgen de El Cisne por la salud y por ser mi guía espiritual.

A mis padres, de manera muy especial a mi madre Marcia (+), sé que allá en el cielo estará muy orgullosa de mí por el logro obtenido, y a mi padre Fidencio por todos sus consejos.

A mi esposa Elizabeth y a mis hijos Derek y Hugo, por estar siempre conmigo compartiendo todo su amor y cariño, y por ser mi inspiración para alcanzar esta meta, a pesar de las adversidades que se han presentado.

A mi familia y amigos que siempre creyeron en mí.

Hugo Usamá Narváez.

Tabla de Contenido

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN 7
1.1 Antecedentes 7
1.2 Justificación 8
1.3 Objetivos 10
1.3.1 Objetivo general 10
1.3.2 Objetivos específicos 10
1.4 Definiciones 11
Capítulo 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 14
2.1 Descripción del sistema constructivo steel framing 14
2.1.1 Perfiles: 15
Perfil industrializado en “C” 16
Perfil industrializado en “U” 19
2.1.2 Cimentación 21
2.1.3 Paneles de muros 22
2.1.4 Paneles rígidos 26
2.1.5 Paneles no portantes 28
2.1.6 Entrepisos 30
2.1.7 Cubierta 33
2.1.8 Típicos cerramientos y revestimientos 36
2.1.9 Sistemas de montaje 39
2.2 Normativa nacional y local para el desarrollo de proyectos inmobiliarios bajo este método constructivo. 42
Capítulo 3: METODOLOGÍA 47
3.1 Recopilación de información 47
Técnicas 47
Técnicas de investigación de campo 48

Técnicas de recopilación en la investigación de campo 48
3.2 Clasificación de investigación 48
3.3 Procesamiento de datos 49
Capítulo 4: CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE ESTUDIO 50
4.1 Caracterización del proyecto 50
4.2 Diseño arquitectónico viviendas 50
4.3 Diseños estructurales 57
Capítulo 5: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 64
5.1 Costos 64
5.1.1 Cimentación 66
Método estructural 67
5.1.2 Estructura 68
Estructura con hormigón armado 72
5.1.3 Revestimientos y acabados. 74
Mampostería estructural 76
5.1.4 Cubierta 78
Albañilería principal 79
5.1.5 Análisis de resultados y comparación con el método tradicional 80
Costos indirectos 81
5.2 Cronograma 83
Capítulo 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 86
BIBLIOGRAFÍA 89
ANEXOS 92

TABLAS

Tabla 1. Medidas estándar de perfiles en C 18
Tabla 2. Medidas estándar de perfiles en U 20
Tabla 3. Normas técnicas acerca del steel framing 43
Tabla 4. Análisis de peso total de la estructura steel framing 62
Tabla 5: Reajuste de precios 65
Tabla 6. Cuadrillas para análisis de precios 66
Tabla 7. Costes de materiales y cimentación 66
Tabla 8. Análisis de precios de cimentación por steel framing 67
Tabla 9. Excavaciones del proyecto 67
Tabla 10. Costes de materiales - estructura 68
Tabla 11. Cantidades en la estructura en steel framing 69
Tabla 12. Análisis de precios por estructura en método steel framing 70
Tabla 13. Costos de materiales estructura mampostería 72
Tabla 14. Análisis de precios unitarios en estructura en sistema tradicional 73
Tabla 15. Costos de materiales, revestimiento y acabados 74
Tabla 16. Cantidades revestimientos y acabados 74
Tabla 17. Análisis de precios revestimiento y acabados por steel framing 75
Tabla 18. Cuantía de recubrimientos y terminados - mampostería estructural 76
Tabla 19. Análisis presupuestario en revestimientos y terminados - mampostería estructural 77
Tabla 20. Análisis de precios unitarios - cubierta 78
Tabla 21. Costos directos cubierta y mampostería 79
Tabla 22. Comparación de sistemas constructivos 80
Tabla 23. Costos indirectos por steel framing 82
Tabla 24. Duraciones de actividades y restricciones 84
Tabla 25. Matriz de duraciones y relaciones steel framing 85

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Estructura a base de steel framing 15
Ilustración 2. Perfil industrializado en C 17
Ilustración 3. Perfil industrializado en U 19
Ilustración 4. Cimentación húmeda tradicional 21
Ilustración 5. Cimentación seca optativa 22
Ilustración 6. Losa sanitaria 22
Ilustración 7. Sección típica de panel 24
Ilustración 8. Modelos de tornillos para steel framing 24
Ilustración 9. Detalle del muro 25
Ilustración 10. Representación de panel estructural con ventana 26
Ilustración 11. Representación de la punta de un travesaño 27
Ilustración 12. Representación de modificación 28
Ilustración 13. Panel curvo con modulares no estructurales 29
Ilustración 14. Configuración interna de panel curvo 29
Ilustración 15. Representación de entrepiso 30
Ilustración 16. Distancias mínimas y detalles de perforación 31
Ilustración 17. Detalle de entrepiso húmedo 32
Ilustración 18. Detalle de entrepiso seco 33
Ilustración 19. Detalle de cubierta con cabios 34
Ilustración 20. Partes que conforman una cercha 35
Ilustración 21. Típicas armaduras de cubierta 35
Ilustración 22. Detalle de cubierta plana 36
Ilustración 23. Índice de vibración sonora de la fibra de vidrio 37
Ilustración 24. Calificación de aislamiento acústico 37
Ilustración 25. Esquema de acabado exterior 38
Ilustración 26. Traslado de materiales a la obra 40
Ilustración 27. Módulos para residencias 41
Ilustración 28. Inciso A.3.1.7 Título CPE INEN 005-1 45
Ilustración 29. Coeficientes y factores de diseño 46
Ilustración 30. Plano arquitectónico del proyecto 52
Ilustración 31. Corte del plano arquitectónico del proyecto 54
Ilustración 32. Corte transversal del proyecto 56
Ilustración 33. Dimensiones cimentación para steel framing 57

Ilustración 34. Planta nivel 1 modelo steel framing 59
Ilustración 35. Planta cubierta modelo steel framing 61
Ilustración 36. Peso total por metro cuadrado 63
Ilustración 37. Costos directos 81
Ilustración 38. Ruta crítica del proyecto 83
Ilustración 39. Diagrama Gantt del proyecto 85

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El impacto en la economía del sector de la construcción es una de las más importantes dentro del marco de la productividad del país, constituyéndose en uno de los pilares esenciales en la expansión de este. Es por ello la intención de mitigar el uso y el gasto de materiales in situ y los desechos producidos, habiendo de tomar en consideración y activación de diferentes métodos de construcción como el steel framing, siendo uno de los sistemas que menos desperdicio produce al tratarse de materia prima (acero) y siendo 100% reciclable (Ortiz Naranjo, 2017).

Pese a que el sistema constructivo es relativamente nuevo dentro de nuestro continente y más aún en nuestro país, el steel framing es una referencia de la tecnología contemporánea, tiene sus inicios a partir del año 1800 en EE. UU.

> *"Históricamente se inicia con las casas de madera construidas por los colonizadores en el territorio norteamericano de la época. Para atender el crecimiento de la población recurrieron a métodos más rápidos y productivos en la construcción de viviendas, utilizando los materiales disponibles en la región, en este caso la madera.*
> *A partir de ahí, las construcciones en madera se convirtieron en la tipología residencial más común en los Estados Unidos. Después de un siglo, en 1933, producto del gran desarrollo de la industria del acero en los Estados Unidos, se lanzó en la feria mundial de la construcción en Chicago, el prototipo de una residencia construida a través del sistema steel framing, que utilizó perfiles de acero en lugar de una estructura de madera."* (Masciottra Marina, 2002, pág. 46)

En nuestro país no hay antecedentes oficiales en la aplicación de este sistema constructivo, sin embargo existen proyectos en los cuales han hecho uso de manera parcial o total del mismo, dentro del plano de la investigación, he evidenciado un sinnúmero de tesis alentando al uso del mismo, dentro de las más destacadas es una investigación creada después del terremoto de Abril del 2016, en la provincia de Manabí, donde se propone la creación de una empresa en base a un plan de negocio, que ofrece servicio de reparación de viviendas catalogadas como recuperables con la ayuda de paneles bajo el método de construcción steel framing. Este proyecto tuvo efectos positivos en virtud de su relevancia se lo consideró de la siguiente manera:

> *"Un proyecto viable tanto técnica como financieramente, donde se contó con la disponibilidad de materiales y mano de obra calificada, así mismo, un buen desempeño de las estructuras construidas en steel framing por su sismo resistencia"* (Ortiz Naranjo, 2017, pág. 32)

Dentro de lo anteriormente mencionado, podemos concluir que a nivel de investigación contamos con algunos trabajos realizados en disertaciones, sin embargo, en la aplicación como tal no se cuenta con un número considerable de proyectos bajo este sistema de construcción, es por ello por lo que la normativa o regulaciones son realmente escasas.

1.2 Justificación

Partiendo del punto de vista teórico, se sabe que gracias a la industrialización por 1800's fue donde se consolidó el sistema de construcción steel framing, siendo EE. UU., el país que introdujo su uso debido a la demanda de viviendas existentes en ciudades como Chicago y San Francisco. Esta metodología de construcción se basa en la unión de varios elementos entre sí, también conocidos como bastidores, bajo este principio se ensamblan, entrepisos, mampostería y cubiertas, teniendo un alcance en altura de aproximadamente 12 metros.

Tomando en cuenta estos datos importantes, el aporte de la investigación de este método constructivo tanto en sus presentaciones estandarizadas como también en su aporte ecológico debido a la NO generación de residuos al momento de su montaje, hace que sea un método interesante de usarlo en la creación de inmobiliaria en nuestro país.

Desde el punto de vista social, este método relativamente nuevo, en el sector de la construcción de nuestro país, puede tomarse como la solución de mediano a largo plazo como la alternativa para reducir costos, en torno a la necesidad de suplir la demanda de viviendas de interés social. Es decir, en los últimos años cada gobierno ha abordado en sus inicios el interés por cubrir dicha demanda y han respondido con proyectos de interés social, sin embargo, todos tienen algo en común, ninguna administración del ejecutivo ha desarrollado o peor concluido un proyecto de la construcción de viviendas como tal. Partiendo de esta verdad, el método constructivo del steel framing brinda la oportunidad de crear espacios de interés social a un costo menor, con tiempos de ejecución más cortos en comparación con el método de construcción tradicional.

Sin embargo, nuestro análisis se basa en las vivienda de interés público (VIP), en este caso la realización de los proyectos contemplando la incorporación de steel framing como material principal en la construcción, contemplando la reducción de costos y la optimización en tiempos de ejecución se conseguirá reducir el déficit habitacional de la ciudad, articulación de demanda y oferta, es decir, la estabilización de precios dentro de nuestra nube de comercialización ya que al momento, la oferta de los proyectos habitacionales superan precios inaccesibles dentro de la economía nacional. Y por supuesto, ayudará dinamizando la construcción dentro de la oferta y demanda, ayudando a la economía, que ha sido golpeada en los últimos años debido a la pandemia.

Quiero tomar en cuenta el punto de vista económico al momento de incluir este método constructivo en la ejecución de nuestro proyecto. Como lo hemos comentado anteriormente este método ofrece ventajas ambientales, tiempos de ejecución y reducción de costos en cuanto a su instalación, estos dos últimos

conjugan y masifican el efecto de ahorro en cuanto a los costos totales de un proyecto, cabe destacar que este método constructivo ofrece estas ventajas siempre y cuando la mano de obra sea calificada.

Este proyecto tiene como propósito establecer un análisis de factibilidad a la implementación del método constructivo steel framing, en la realización de viviendas de interés público y demostrar que las ventajas y optimizaciones son considerables.

Por lo tanto, se considera relevante esta investigación, puesto que hará un análisis y establecerá las diferencias en diferentes ámbitos entre la construcción tradicional y esta nueva alternativa.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar un análisis de factibilidad para proyecto inmobiliario VIP, con el sistema constructivo steel framing.

1.3.2 Objetivos específicos

- Aplicar la metodología a el caso de estudio: Conjunto habitacional “Jardines del Bosque” Calderón-Quito.
- Definir los aspectos técnicos necesarios para desarrollar el análisis de factibilidad como: localización del proyecto, ingeniería, desarrollo de cronograma, costos de inversión y operación.
- Analizar la normativa nacional y local para el desarrollo de proyectos inmobiliarios.
- Concatenar todos los resultados de los análisis previos para culminar y concluir el análisis de factibilidad general del proyecto.

1.4 Definiciones

- **AISI.** American Iron and Steel Institute - Instituto del Hierro y Acero de Estados Unidos de Norteamérica (Dannemann, 2007, pág. 20).
- **Área efectiva de un perfil de acero.** Es el área total de las partes del perfil que se asume no sufren pandeo local. Es un criterio aproximado que permite evaluar el efecto de los pandeos locales, sin ser teóricamente exacto (Dannemann, 2007, pág. 20).
- **Área de alta sismicidad.** Es un territorio de la categoría sísmica D1 o D2, según este manual tal como se define en esta sección, pudiendo emplearse otras designaciones en los países del área y conforme a las normas de cada país (Dannemann, 2007, pág. 20).
- **Área de vientos fuertes.** Es un área donde las velocidades de viento básicos son mayores de180 km/h (Dannemann, 2007, pág. 20).
- **Atiesador, o rigidizador.** Elemento estructural que se agrega a perfiles para reforzar puntos de concentración de fuerzas (Dannemann, 2007, pág. 20).
- **Categoría sísmica SDC.** Esta es una clasificación asignada a un edificio basada sobre su importancia y la severidad del movimiento sísmico del suelo en el sitio de la construcción y según lo especificado en la norma ASCE 7(46). Esta clasificación puede diferir en países del área según las normas locales (Dannemann, 2007, pág. 20).
- **Construcción húmeda.** Es la construcción en la que se emplea hormigón, mortero o yeso, mezclas que contiene agua (Dannemann, 2007, pág. 21).
- **Construcción seca.** Construcción en la cual no se emplea agua, como la de madera y de perfiles de acero con revestimientos de placas prefabricadas (Dannemann, 2007, pág. 21).
- **Diafragmas.** Se definen como diafragmas estructurales los entrepisos, cielo y techos que, al estar formados por placas de calidad estructural, poseen capacidad para resistir fuerzas de corte en su plano generadas por el viento, los sismos u otras causas (Dannemann, 2007, pág. 21).

- **Encofrado.** Molde o moldaje de madera o de acero en los cuales se cuela el hormigón para formar vigas, columnas y losas de este material (Dannemann, 2007, pág. 21).
- **Losa.** Piso de hormigón simple o de hormigón armado (Dannemann, 2007, pág. 21).
- **Muro o pared.** En este manual se define como muros y/o paredes los tabiques compuestos de paneles de estructura de acero de perfiles del steel framing con placas de revestimiento (Dannemann, 2007, pág. 21).
- **Nivel del Terreno.** Es el nivel promedio del suelo alrededor del edificio, al nivel de los muros exteriores (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Paneles.** Son secciones de paredes o muros formados por entramados de montantes y soleras, cubiertas en ambas caras por placas estructurales de revestimiento (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Paneles de muro del tipo I.** Los paneles de tipo I son revestidos en su altura total de muro con paneles de tipo madera o planchas de acero, sin aberturas y tienen un revestimiento continuo entre los anclajes extremos de tracción del mismo muro (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Paneles de muro del tipo II.** Estos son paneles similares a los de tipo I pero que tienen interrupciones de ventanas, o puertas entre los anclajes extremos de tracción del muro (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Plancha de acero.** Es un panel delgado de acero usado en lugar de los revestimientos arriostrantes (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Relación de forma.** Es la relación entre el alto y ancho de paneles, placas y paredes (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Relación de forma de planta.** Es la relación entre el largo (mayor dimensión) respecto de ancho de la planta de una construcción (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Revestimiento estructural.** Las cubiertas (ej. Multilaminado fenólico o paneles de fibra orientada OSB), que se emplean instalándolas sobre los miembros estructurales, para distribuir cargas, actuar como arriostramientos y reforzar el conjunto estructural (Dannemann, 2007, pág. 22).

- **Rigidizador de apoyo.** Es un perfil de acero adicional que se agrega al alma para reforzar el perfil contra abollamiento. También se llama rigidizador de alma (Dannemann, 2007, pág. 22).
- **Techo/cielo de peso pesado.** Es un conjunto de techo con cielo con un peso promedio mayor que 0,72 kN/m2 y menor o igual a 1,20 kN/m2 (Dannemann, 2007, pág. 23).
- **Velocidad básica de viento.** Es la velocidad correspondiente a ráfagas de viento de 3 segundos de acuerdo con los códigos locales, y en caso de no existir estos códigos, deben estar de acuerdo con la norma ASCE7 (Dannemann, 2007, pág. 23).
- **Viguetas.** Vigas de entrepisos (Dannemann, 2007, pág. 23).
- **Zapatas corridas.** Fundaciones de hormigón simple o armado continuas en una zanja de entre 40 a 60 cm de ancho (Dannemann, 2007, pág. 23).

Capítulo 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Descripción del sistema constructivo steel framing

Este sistema alternativo llamado steel framing, es un método de construcción automatizado donde toda su ejecución se basa en el uso de perfiles estructurales de acero liviano, con el implemento de otros componentes como fijación, aislación, división y terminación. Lo importante de este método es que se ocupa en un sinnúmero de proyectos de construcción sin importar arquitecturas simples o complejas.

A diferencia de otros métodos constructivos, este se diferencia por su flexibilidad, eficiencia energética y durabilidad, donde en países como Argentina ya es considerado como un método constructivo tradicional con su respectiva normativa de construcción.

La composición del steel framing se basa en el uso de acero galvanizado en donde los perfiles son de pequeños grosores, con una separación entre 0.40 m a 0.60 m. La instalación se lleva a cabo sobre una platea que, generalmente es hormigón armado, sean estas cimentaciones superficiales o profundas, donde se obtiene una ventaja fundamental de que las cargas de peso propio son inferiores en comparación con otras.

Para el cerramiento en la zona exterior e interior se acostumbra a realizar con la fijación de planchas sujetadas con tornillo auto taladrantes a la estructura de acero galvanizado, en cuanto al cerrado exterior, brinda gran variedad de revestimiento como las planchas de gypsum, revestimientos elastoplásticos, entablonados e inclusive revestimientos con acabados similares a la piedra natural o ladrillo.



Ilustración 1. Estructura a base de steel framing
Fuente: Homecubik

> *"El steel framing es un sistema constructivo con numerosas ventajas. Su gran flexibilidad arquitectónica, su resistencia y durabilidad, y sus tiempos de obra significativamente más bajo que los de una obra en ladrillos, son sólo algunas de ellas.*
>
> *En nuestro post ventajas del steel framing sobre la construcción húmeda hemos registrado algunas de las ventajas más importantes, y ofrecemos una comparativa detallada que analiza aspectos como la materialización de un proyecto, las incidencias de materiales y mano de obra, y los tiempos de ejecución."* (Barbieri, 2019)

2.1.1 Perfiles:

Los perfiles de estructura de acero se forman en frío, es decir, se producen pasando una tira de acero galvanizado a través de un formador de rodillos continuos que deforma la tira hasta que el perfil adquiere su forma final. Su forma y tamaño varían según la función especificada por la norma.

El sistema steel framing tiene como parte fundamental a los perfiles recubiertos de acero galvanizado, cuya estructura está diseñada para soportar los diferentes esfuerzos de las exigencias de la edificación, es necesario ajustar las dimensiones de los perfiles y elementos estructurales realizado por profesionales.

La estructura de acero consta de dos "familias" de elementos estructurales. Uno son los perfiles laminados en caliente y el otro son los perfiles conformados en frío.

El conformado en frío se obtiene doblando en una prensa plegadora o formando en un juego de troqueles giratorios, tiras de acero cortadas a partir de chapas o bobinas laminadas en frío o en caliente, incluso recubiertas. De esta manera, es posible hacer secciones de diferentes formas y/o tamaños. Estas operaciones tienen lugar cuando el acero se encuentra expuesto directamente al ambiente, por eso se conoce como "formación en frío".

Perfil industrializado en “C”

Estos elementos usados para marcos de acero se obtienen mediante perfilado. Hecho de bobinas de acero recubiertas de zinc o aleaciones zinc - aluminio cuyos procesos llevados a cabo son la electrodeposición o inducción de calor, su resultado se denomina acero galvanizado. Calidad mínima del recubrimiento entre [100] y calculado [150 gr/m2] por los dos lados. Con respecto al grosor del tablero es 0.8 mm y 3.2 milímetros en contornos de marco de acero, en paredes que no soportan carga se usan perfiles no mayores a 0.4mm. Partes de construcción usados generalmente: para estructura de acero están aquellas columnas y vigas y perfiles denotados como "C" o "U" se usa como placa inferior y la placa en la parte superior del panel.

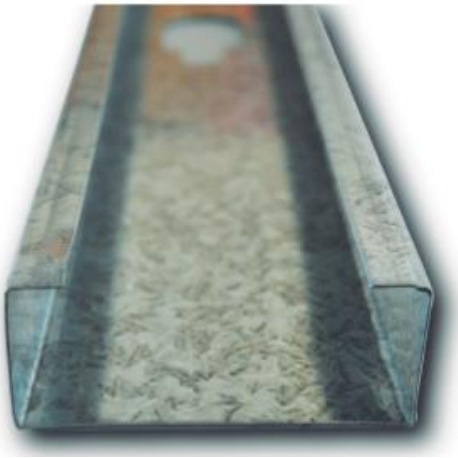


Ilustración 2. Perfil industrializado en C

Fuente: (Insumasur , 2021)

El ancho del alma del perfil en "U" es mayor que el ancho del perfil en "C" para permitir que se ajuste a la suela o al perfil del riel en "U". Las alas varían de 25 mm a 50 mm, dependiendo del fabricante y sus perfiles. Archivos de configuración adicionales que pueden ser necesarios. La configuración del marco de acero está compuesta de tiras planas (tiras), perfiles en "L" y perfiles de galera. Flejes, las cintas o elementos de fijación varían de acuerdo con su ancho, normalmente utilizado en la consolidación de paneles y creación de juntas. Los perfiles en "L" utilizado generalmente para la conexión de elementos no apto para perfiles en "C", los perfiles de galera se utilizan a menudo como listones techo.

Además del espesor (tn), la resistencia de una sección depende del tamaño, la forma y el límite elástico del acero. En los perfiles de acero galvanizado el límite elástico no será inferior a 230 (MPa).

- Usos:

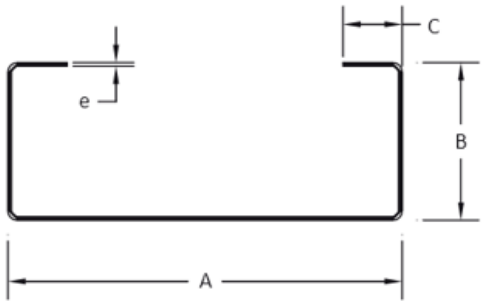
  Montante, viga, puntal, atiesador, bloqueador, correa, cabio, larguero.

- Presentaciones:

  Perfil galvanizado con o sin perforaciones para instalaciones.

Los perfiles galvanizados para steel framing cumplen con la norma ASTM – A653

- Dimensiones:
  Altura: 70 a 300 mm.
  Ancho: 40 / 50 / 55 mm.
  Espesor: 0,90 / 1,25 / 1,60 / 2 / 2,50 / 3,20 mm.
  Largo estándar: 3 / 6 m.



A pedido y por cierta cantidad fabricamos largos especiales.

Tabla 1. Medidas estándar de perfiles en C

Fuente: (Insumasur , 2021)

STEEL FRAMING - PERFIL INDUSTRIALIZADO "C" (PGC)														
Características Mecánicas														
Altura (mm)	Ancho (mm)	Labio (mm)	Espesor (mm)	Sección (cm^2)	Radio (cm)	Peso (kg/m) Galv.	Des. (mm)	JX (cm^4)	JY (cm^4)	WX (cm^3)	WY P (cm^3)	WY A (cm^3)	IX (cm)	IY (cm)	XG (cm)
70	40	15	0,90	1,53	0,30	1,26	170	14,72	3,60	4,21	1,46	2,34	3,11	1,54	2,47
100	40	15	0,90	1,80	0,30	1,48	200	31,53	4,11	6,31	1,53	3,13	4,19	1,52	2,69
100	40	17	1,25	2,53	0,30	2,06	202	44,99	5,85	9	2,22	4,29	4,23	1,53	2,64
100	40	17	1,60	3,20	0,30	2,59	200	56,41	7,23	11,29	2,75	5,31	4,20	1,51	2,64
150	40	15	0,90	2,25	0,30	1,85	250	78,19	4,69	10,43	1,60	4,43	5,90	1,45	2,95
150	40	15	1,25	3,10	0,30	2,53	248	106,8	6,30	14,24	2,15	5,94	5,87	1,43	2,94
150	40	17	1,60	4	0,30	3,24	250	139,53	8,29	18,61	2,87	7,50	5,91	1,44	2,90
150	40	17	2	4,96	0,30	4	248	171,09	9,97	22,82	3,45	8,98	5,88	1,42	2,90
200	40	15	0,90	2,70	0,30	2,22	300	152,99	5,08	15,30	1,64	5,70	7,53	1,38	3,11
200	40	15	1,25	3,73	0,30	3,03	298	209,52	6,82	20,96	2,20	7,64	7,50	1,36	3,11
200	40	20	1,60	4,90	0,30	3,96	306	285,87	9,84	28,59	3,28	9,90	7,65	1,42	3,01
200	40	20	2	6,10	0,30	4,92	305	351,69	11,85	35,17	3,96	11,77	7,60	1,40	3
250	50	20	2	7,48	0,30	6,03	374	659,82	21,65	52,79	5,63	18,81	9,40	1,71	3,85
250	50	20	2,50	9,28	0,30	7,46	371	811,28	26,02	64,91	6,77	22,56	9,36	1,68	3,85
300	55	25	2	8,90	0,30	7,17	445	1124,86	32,13	75	7,59	25,40	11,25	1,90	4,24
300	55	25	2,50	11,03	0,30	8,87	441	1386,67	38,82	92,45	9,16	30,82	11,22	1,88	4,25
300	55	25	3,20	14,08	0,30	11,29	440	1740,11	47,33	116,01	11,25	36,69	11,12	1,84	4,21

Perfil industrializado en “U”

“Los perfiles típicos para el uso en steel framing se obtienen por perfilado a partir de los perfiles típicos para el uso en steel framing se obtienen por perfilado a partir de bobinas de acero revestidas con zinc o una aleación de zinc-aluminio en el proceso continuo de inmersión en caliente o por electrodeposición, cuyo producto es conocido como acero galvanizado.” (Insumasur , 2021)

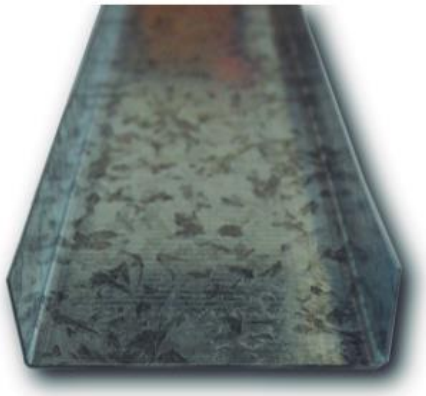


Ilustración 3. Perfil industrializado en U
Fuente: (Insumasur , 2021)

“Las masas mínimas de revestimiento se encuentran entre los 100 y los 150 gr/m2 computado en ambas caras. El espesor de la chapa varía entre 0,8 y 3,2 mm para los perfiles de steel framing y perfiles de hasta 0,4 mm para tabiques no portantes. Las secciones más comunes para la construcción en steel framing son las en forma de “C” para montantes y vigas y el perfil “U” que es usado como solera en la base y en el tope de los paneles. Las masas mínimas de revestimiento se encuentran entre los 100 y los 150 gr/m2 computado en ambas caras.” (Insumasur , 2021)

- Usos:

  Solera, puntal, bloqueador, cenefa, atiesador.

- Presentaciones:

  Perfil galvanizado.

- Normas:

  Los perfiles galvanizados para steel framing cumplen con la norma IRAM-IAS U500 205.

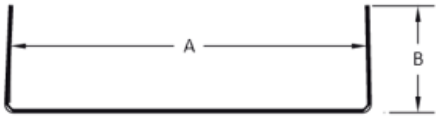
Dimensiones:

Altura: 73 a 203 mm.

Ancho: 30 mm.

Espesor: 0,90 / 1,25 / 1,60 / 2 mm.

Largo estándar: 3 / 6 m.



Se fabrican medidas especiales de acuerdo con la demanda en lo que a largo se refiere.

Tabla 2. Medidas estándar de perfiles en U

Fuente: (Insumasur , 2021)

STEEL FRAMING | PERFIL INDUSTRIALIZADO "U" (PGU)															
Características Mecánicas															
Altura (mm)	Ancho (mm)	Labio (mm)	Espesor (mm)	Sección (cm^2)	Radio (cm)	Peso (kg/m) Galv.	Des. (mm)	JX (cm^4)	JY (cm^4)	WX (cm^3)	WY P (cm^3)	WY A (cm^3)	IX (cm)	IY (cm)	XG (cm)
73	30	-	0,90	1,16	0,30	0,92	130	9,22	1	2,53	0,44	1,37	2,83	0,93	2,28
103	30	-	0,90	1,43	0,30	1,14	160	20,91	1,11	4,06	0,46	1,85	3,84	0,89	2,41
153	30	-	0,90	1,87	0,40	1,49	210	54,59	1,22	7,14	0,49	2,61	5,41	0,81	2,54
153	30	-	1,25	2,58	0,40	2,07	210	74,91	1,67	9,80	0,67	3,46	5,39	0,81	2,52
203	30	-	0,90	2,32	0,40	1,84	260	111,91	1,29	11,03	0,50	3,35	6,96	0,75	2,62
203	30	-	1,25	3,21	0,40	2,56	260	153,93	1,77	15,17	0,68	4,41	6,94	0,75	2,60

2.1.2 Cimentación

Las cimentaciones en steel framing son más fáciles de ejecutar y de poca inversión. La ausencia de columnas facilita distribuir de mejor manera los espacios.

- **Cimentación húmeda tradicional:** generalmente se emplea una platea de hormigón húmeda para soportar elementos estructurales steel framing incluye generalmente un dintel perimetral, geomembranas, malla electrosoldada y material pétreo derivado de la ingeniería estructural.

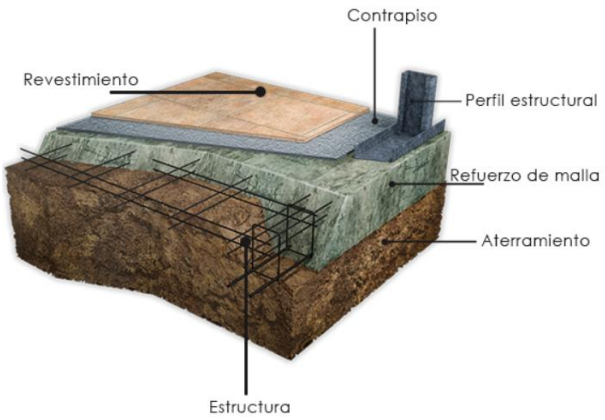


Ilustración 4. Cimentación húmeda tradicional

Fuente: (Insumasur , 2021)

- **Cimentación seca optativa:** Es mucho más simple que la húmeda, se describe como el conjunto de cerchas distribuidas cada 60 cm con revestimiento de placas de alta resistencia y membranas que impermeabilicen las fases en el contrapiso y de esta manera garantizar el acabado del piso.

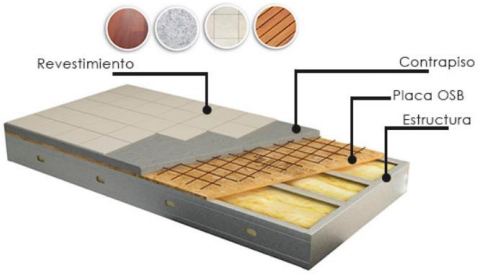


Ilustración 5. Cimentación seca optativa

Fuente: (Insumasur , 2021)

- **Losa sanitaria tipo palafítico:** Se refiere a losa suspendida en altura.

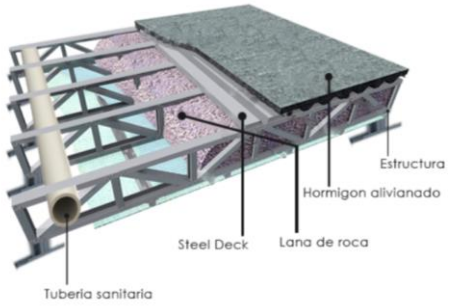


Ilustración 6. Losa sanitaria

Fuente: (Insumasur , 2021)

2.1.3 Paneles de muros

Los paneles forman parte de uno de los componentes fundamentales del steel framing, por el hecho de que se encarga de soportar las cargas resultantes de la estructura, en esto difiere de la estructura tradicional, donde como principio las cargas son trasmitidas a columnas y vigas.

Hay que considerar que más allá de su característica portante también funciona a la perfección como mampostería, como paredes o elementos de separación, tanto como en interiores o exteriores.

> *“Los paneles portantes tienen una configuración diferente, un poco más entramada que un panel de separación, la cual se explica a continuación.”* (Guevara, 2018)

Paneles estructurales

Estos paneles son los que tienen una doble funcionalidad, como parte estructural son los que trabajan como muro portante resistiendo cargas verticales y horizontales, como son el peso propio, cubiertas, cargas vivas y muertas y entrepisos y las cargas horizontales como vientos, sismos, que son trasmitidos directamente a la fortaleza del cimiento.

Con recubrimientos adecuados, también puede actuar como aislante para elementos y elementos aislantes internos. Cuando se recubre adecuadamente, puede actuar como un divisor interno o como impermeabilizante para paneles exteriores estructurales.

> *“Por lo general estos paneles están conformados por perfiles tipo “C” para los montantes con separaciones que van de 40 a 60 cm, aunque en el caso de ser necesario se puede bajar a 20 cm para cargas grandes concentradas. Y por perfiles tipo “U” para soleras o canales de sujeción en la parte superior e inferior de los montantes fijándolos y permitiendo que las cargas se distribuyan uniformemente, las distancias y espesores resultaran del respectivo calculo estructural”* (Guevara, 2018)

Vale aclarar que los perfiles “C” van a presentar perforación en el alma para facilitar el montaje de los sistemas sanitarios, sin que se vea afectado directamente con el comportamiento y la integridad estructural, al contrario, esto ayuda a mitigar en el futuro la intervención de rotura de paredes por temas de mantenimiento.

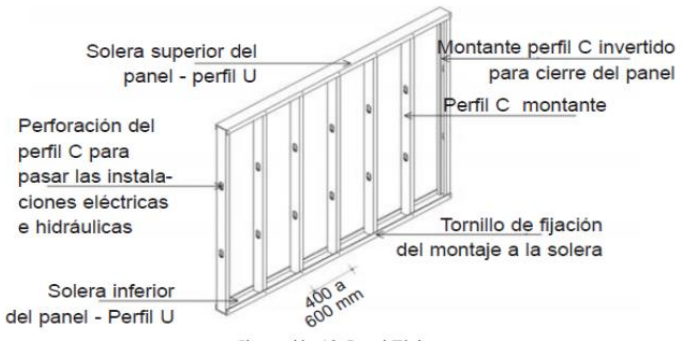


Ilustración 7. Sección típica de panel

Fuente: (Guevara, 2018)

> *"Los perfiles se fijan uno con otros por medio de pernos auto perforantes, este es el método extensamente más utilizado por su facilidad, aunque también existen otros métodos como apoyos o soldadura, la cual necesita especial cuidado ya que el calor que genera hace perder la capa de galvanizado de los perfiles teniendo que volver a dar una capa de tratamiento, procedimiento complejo una vez colocada la pieza, por lo cual este método es escasamente utilizado."* (Guevara, 2018)



Ilustración 8. Modelos de tornillos para steel framing

Fuente: (Guevara, 2018)

Hay un término que hay que considerar dentro de la instalación del steel framing, conocido "in line framing" cuya característica principal es que el elemento del alma baja o alta tienen que concordar y así eludir la excentricidad de cargas, esto ayudará directamente en el ahorro del material, esto debido a que, si esto ocurriera, se necesita acoplar una viga dintel para encontrar la uniformidad de las cargas.

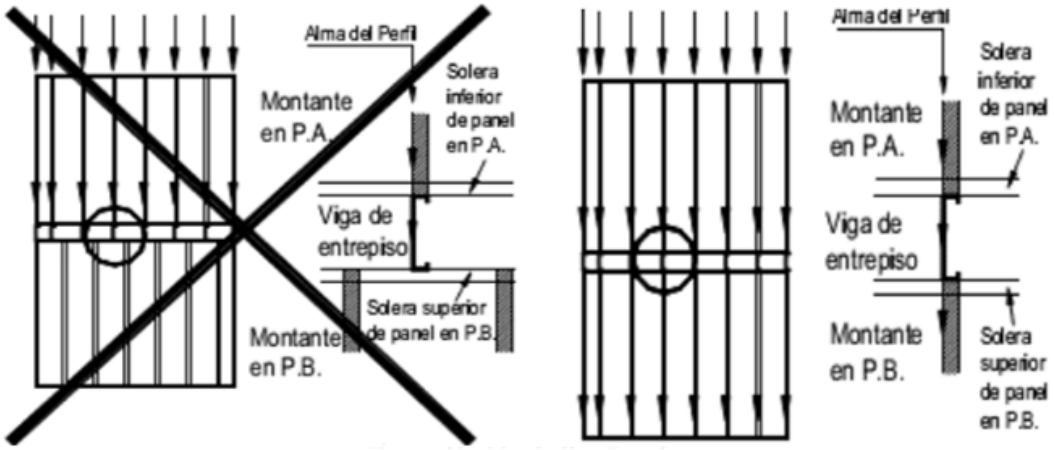


Ilustración 9. Detalle del muro

Fuente: https://consulsteel.com/4_paneles/

> *"Donde se vayan a colocar puertas y ventanas se debe aumentar otros elementos estructurales que delimitan el espacio abierto, como vigas dintel en plano horizontal para distribuir los esfuerzos de los montantes superiores, y puntales en el plano vertical para dar soporte a los dinteles y remplazando a los montantes faltantes. Los dinteles generalmente están conformados igual que los paneles, dos perfiles "C" uno sobre otro dispuestos de manera horizontal fijados en los extremos con perfiles "U", esta pieza estructural se coloca siempre pegada a la cara inferior de la solera superior del panel en donde se requiere la abertura y es soportada en sus extremos por puntales."* (Guevara, 2018)

Los puntales son perfiles en "C", alineados verticalmente a los lados de las aberturas, unidos a los tornillos restantes del panel, y los puntales actúan como puntales, por lo que los cálculos de diseño determinan cuánto se necesita para soportar las cargas más altas. No obstante, se pueden cuantificar de manera aproximada:

> *"El número de puntales a cada lado de la abertura es igual al número de montantes interrumpidos por el dintel dividido para 2, cuando el resultado es un número impar deberá sumarse un puntal"* (Insumasur , 2021, pág. 33)

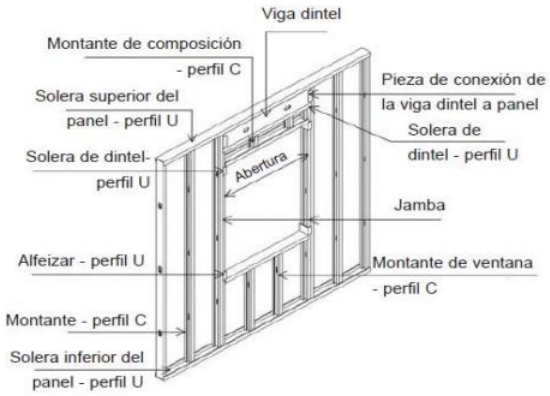


Ilustración 10. Representación de panel estructural con ventana

Fuente: (Guevara, 2018)

2.1.4 Paneles rígidos

Los elementos que componen los paneles tienen poca resistencia a las fuerzas laterales debido a que no están conectados rígidamente. Por lo tanto, debe compensarse con arriostramientos o mamparas con el soporte necesario, de lo inverso la estructura puede tener daños severos o incluso colapsar en caso de terremoto o fuertes vientos.

Dependiendo del acabado exterior del edificio, el material de revestimiento se puede utilizar como una membrana de refuerzo sin necesidad de soportes, al igual que el tablero OSB (tablero de virutas orientadas), que es una adaptación más duradera para madera contrachapada, sin embargo, el siguiente enfoque presenta algunos inconvenientes:

- ✓ El grosor es necesariamente superior al espesor habitual.
- ✓ Hay que tener cuidado con el número de tornillos que sujetan el tablón, ya que estos tornillos transmiten los esfuerzos resultantes.
- ✓ Al abrir puertas y ventanas, consentir especial cuidado.
- ✓ No aplicarlo en proyectos con más de dos pisos.

Usualmente, el método es adecuado para edificios pequeños con una configuración simple, de lo contrario, se vuelve muy difícil de implementar en edificios más grandes y complejos.

Por esta razón, los elementos de fijación se están convirtiendo en el método más común para reforzar los paneles, distribuyen las fuerzas de manera más eficiente, son más fáciles de instalar, no se ven afectados por los elementos, no requieren protección y son más resistentes a las cargas laterales. El soporte está hecho de acero galvanizado. Las lamas se realizan en forma de “x” en la cara exterior del panel con una pendiente de 30 grados a 60 grados, cuyos extremos se fijan con paneles del mismo material, que deben fijarse absorbiendo los esfuerzos adecuados y transfiriéndolos a la cimentación fijado en la esquina del panel.

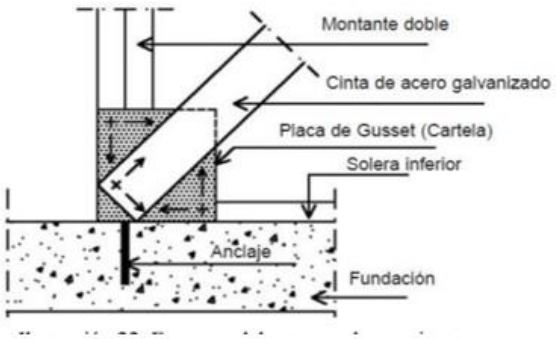


Ilustración 11. Representación de la punta de un travesaño

Fuente: (Guevara, 2018)

Las medidas están determinadas por cálculos estructurales, debido a que su sección debe soportar tensión o compresión; dependiendo de la dirección de la carga externa, no se producirán grandes deformaciones. Su pendiente no debe exceder el rango especificado de 30 grados a 60 grados para no perder la fuerza de transmisión efectiva y evitar deformaciones.

> *“Su localización deberá interferir lo menos posible con aberturas en los paneles, la cual se logra con una correcta coordinación entre arquitectos e ingenieros para determinar lugares apropiados para usar la menor cantidad de riostras posibles sin afectar la integridad estructural de la edificación. De no poder lograr este objetivo, se deberá recurrir a otras alternativas más*

complejas como soleras intermedias en los paneles o configuraciones tipo K, con el fin de disminuir las longitudes de las riostras." (Guevara, 2018)

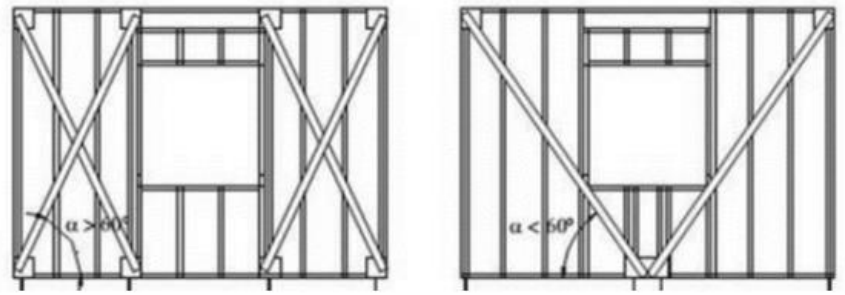


Ilustración 12. Representación de modificación
Fuente: http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2015/12/TESINA_steel-framing.pdf

2.1.5 Paneles no portantes

Este tipo de panel no soporta ningún tipo de carga y se utiliza como muro o tabique donde sea necesario para adaptarse a la distribución arquitectónica de la estructura. Al no soportar cargas, no requiere refuerzos, el revestimiento proporcionado es suficiente y, en el caso de vanos de puertas y ventanas, su configuración es mucho más sencilla, ya que no se requieren dinteles ni ménsulas.

La instalación es muy fácil ya que solo se necesitan unos pocos tornillos para mantenerlo en su lugar, si necesita quitar el mamparo en el futuro, simplemente quitando estos tornillos liberará el panel y lo preparará para su reutilización en otra ubicación. En la albañilería tradicional, este proceso es muy complejo, derrochador y difícil o imposible de reciclar.

"Es por esto por lo que este tipo de separación es una opción muy deseable no solo en el steel framing sino para cualquier otro sistema constructivo. Inclusive se le puede dar formas curvas o atípicas. Lo que lo convierte en una alternativa muy versátil al uso de mamposterías pesadas y potencialmente peligrosas de bloque o ladrillo que se utiliza en el país." (Guevara, 2018)



Ilustración 13. Panel curvo con modulares no estructurales

Fuente: https://www.incose.org.ar/portal/notas-del-newsletter/98-nueva-placa-durlockr-extra-curva.html

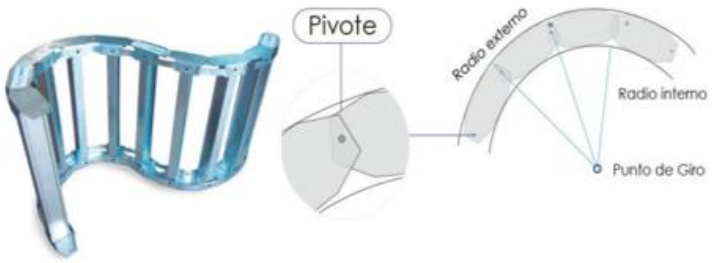


Ilustración 14. Configuración interna de panel curvo

Fuente: https://multiobras.com/multicurvas/

2.1.6 Entrepisos

Estos elementos dentro del marco de acero se hallan formados del mismo modo que los elementos usados para dividir verticalmente un espacio, las secciones galvanizadas en "C" que forman las columnas, ahora llamadas entrepisos, excepto que ahora están dispuestas horizontalmente y tienen almas más largas para los soportes más grandes. Mayor esfuerzo de flexión debido al tramo intermedio.

Los perfiles en forma de "U" que forman los paneles ahora se denominan faldones y actúan como soportes de los extremos de las vigas, utilizando arriostramientos para evitar la compresión por el peso de los paneles superiores y transmitir mejor la carga.

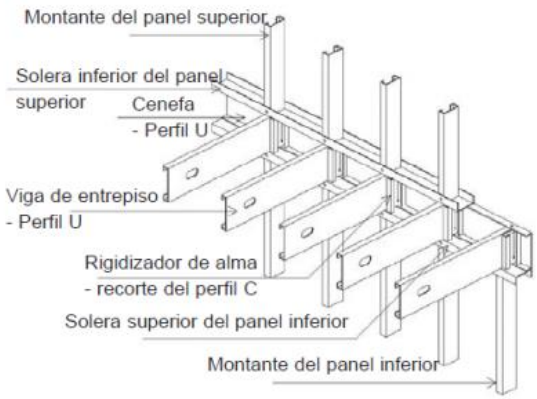


Ilustración 15. Representación de entrepiso
Fuente: (Guevara, 2018)

Por lo general, las vigas tienen el mismo espacio que las columnas para crear el concepto de "marco recto" mencionado anteriormente para ahorrar insumos e impedir la excentricidad, sin embargo, esto estará sujeto a las solicitaciones de carga.

> *"Al igual que los montantes cuentan con perforaciones destinados al paso de tuberías de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas, pero esta vez la geometría y distancias de las perforaciones debe coincidir, de lo contrario se deberá utilizar refuerzos."* (Guevara, 2018)

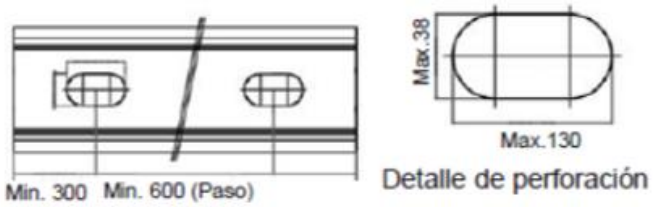


Ilustración 16. Distancias mínimas y detalles de perforación

Fuente: (Guevara, 2018)

Las viguetas son las encargadas de sostener la carga del contrapiso sobre ella y transferirla a los paneles estructurales, que a su vez los transfieren a la cimentación, que es la acción principal de la estructura de acero.

Las vigas del piso y las losas del cuerpo solo se pueden apoyar en otras losas estructurales, y solo las particiones interiores pueden ser apoyadas en cualquier entrepiso. Respecto de las situaciones donde se requieren aberturas, como escaleras, existen otros tipos de vigas llamadas vigas de borde que se utilizan como soportes para vigas sándwich discontinuas.

En lo referente al contrapiso o losa a base de viguetas, que también cumple la función de soporte del tabique, existen básicamente dos tipos: entrepiso húmedo y entrepiso seco.

Entrepiso húmedo

Adopta el nombre húmedo porque utiliza una cubierta de concreto en el subsuelo, y no tiene nada que ver con la definición de construcción en seco promovido por steel framing, pero la opción está ahí si es necesario.

De hecho, es ampliamente utilizado debido a la conveniente colocación de cerámica, porcelana y otros materiales de acabado. Y debido a sus ventajas, debería reducir las vibraciones que normalmente se encuentran en las armaduras metálicas. Este procedimiento es simple, colocamos una placa metálica corrugada sobre el borde de esta placa, los perfiles de esquina que se utilizarán como encofrado se atornillan debidamente al entrepiso para que haga la función

de tabique, el espesor del hormigón será de 4 cm y 6 cm, por lo que la malla soldada correspondiente absorbe el tirón. Cuando se trata de aislamiento acústico, la capa conformada por hebras de vidrio y polietileno se colocan bajo el concreto.

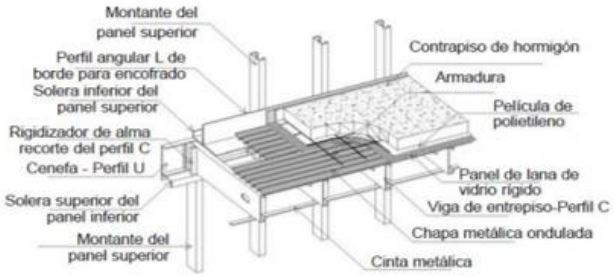


Ilustración 17. Detalle de entrepiso húmedo

Fuente: (Guevara, 2018)

Entrepiso seco

El entrepiso seco es más simple, liviano y rápido. Sigue el concepto de estructura de acero, pero tiene grandes desventajas, pobre efecto de aislamiento acústico y vibración. En cuartos húmedos como baños, se deben usar materiales a base de cemento, que son adecuados para la unión de cerámica, pero la resistencia es pequeña.

Consiste básicamente en láminas de material rígido atornilladas directamente a la viga. Para ser utilizado como membrana, con un adecuado grosor, así como, los tableros de virutas de madera prensada tienen un mínimo grosor de 18 mm. En consecuencia, el tipo de revestimiento de suelo a utilizar dependerá de los requerimientos y necesidades del proyecto.

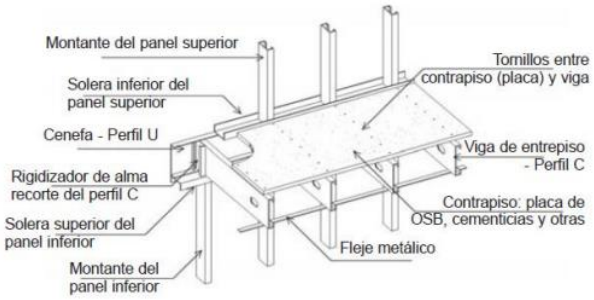


Ilustración 18. Detalle de entrepiso seco

Fuente: (Guevara, 2018)

2.1.7 Cubierta

El techo está diseñado para brindar protección a la estructura contra diversos factores ambientales, por ejemplo, las precipitaciones, el viento, los congelamientos, radiación, etc. Aunque, tienen una finalidad estética y son una de las partes más características de la fachada de la casa.

La construcción de cubiertas tiene posibilidades constructivas ilimitadas, cuya elección depende de varios factores, por ejemplo: luz, cubierta, cargas, diseño del edificio, ahorro, aislamiento térmico, etc. De acuerdo con lo mencionado, esta capacidad y rapidez de adaptación que tienen los marcos de acero facilita la edificación de obras de varios tipos, independientemente de la forma, sin exclusión de los techos, distinguiendo fundamentalmente dos tipos de techos, ambos con una larga tradición.

- **Cubiertas inclinadas**

Los techos inclinados se utilizan principalmente en países con climas fríos, porque el gran espacio interior se utiliza como aislamiento, puede mantener mejor la temperatura y, al mismo tiempo, gracias a la pendiente, no permite que el techo acumule demasiada nieve, de lo contrario, el peso adicional puede colapsar no solo el techo, sino también toda la estructura. También son muy utilizados en países con climas tropicales, facilitando así la evacuación de grandes volúmenes de agua de lluvia en estas zonas.

En general, este tipo de cubierta tiene una mejor apariencia física en el frente de la casa, por lo que se lo utiliza en todo el mundo sin buscar las ventajas anteriores, solo con fines estéticos.

Estructuralmente, el principio básico es el mismo que para las cubiertas de madera, simplemente reemplazando los materiales que componen los contornos de acero galvanizado. De modo que, sea factible utilizar un par de enfoques diferentes:

- **Cabios y correas**

  Las vigas inclinadas que consisten en perfiles en forma de "C", estas vigas vienen a ser varillas de acero que conectan las vigas y brindan el soporte necesario para los extremos del techo, se utilizan para techos simples de hasta dos aguas, cuyo procedimiento demanda de menor cantidad de componentes, es menos voluminoso. Sin embargo, posee distancias pequeñas, configuraciones más complejas requieren el uso de vigas.

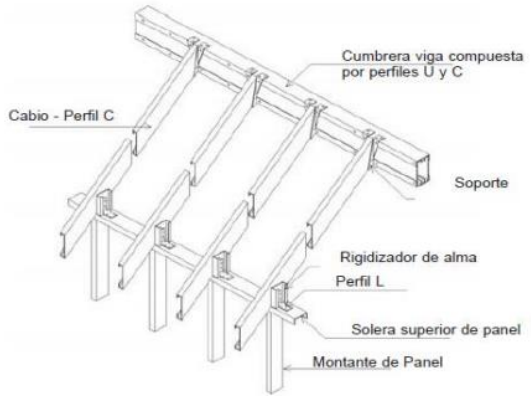


Ilustración 19. Detalle de cubierta con cabios

Fuente: (Guevara, 2018)

- **Cerchas o celosías**

  Las cerchas también se componen de perfiles en "C", de este tipo las estructuras pueden alcanzar luces mayores sin soportes intermedios, utilizan muchos materiales, pero pueden ensamblarse en cualquier configuración, sin tomar en cuenta su complejidad.

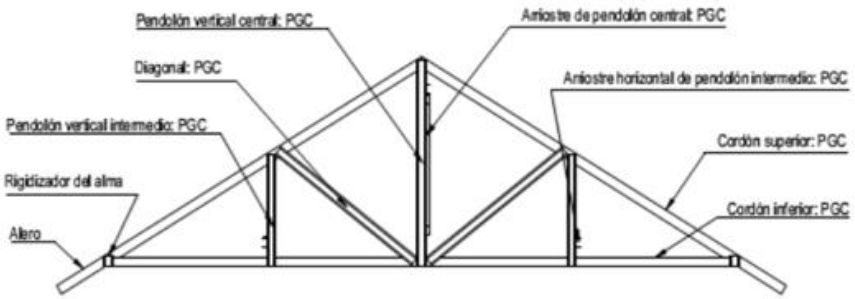


Ilustración 20. Partes que conforman una cercha

Fuente: https://consulsteel.com/6techos/

Hay una gran variedad de diseños precalificados y los que comúnmente se utilizan son los siguientes:

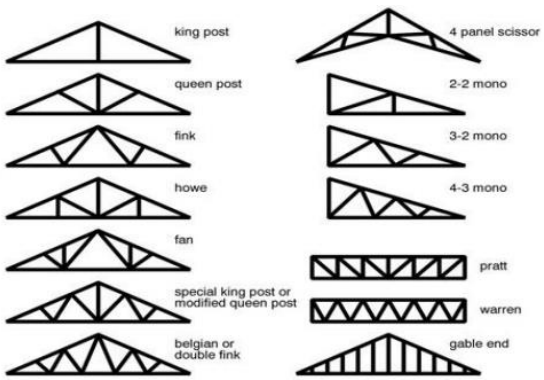


Ilustración 21. Típicas armaduras de cubierta

Fuente:https://www.homeinspector.org/Newsroom/Reporter/Index/HomeInspection/Articls/Roof-Trusses/2586

- **Cubiertas planas**

  Los techos planos son cada vez más comunes con las tendencias de construcción modernas y, a diferencia de los techos inclinados, la superficie se puede usar como una terraza o como un punto para colocar aparatos como el aire acondicionado.

  Para el desvío de agua a los desagües se podrá considerar intercalados húmedos, impermeabilizados individualmente, con una pendiente no superior al 5%. De modo que, si la longitud del agujero a tapar es demasiado larga, se consigue traer un accesorio plano tipo Pratt o Warren para esta tarea.

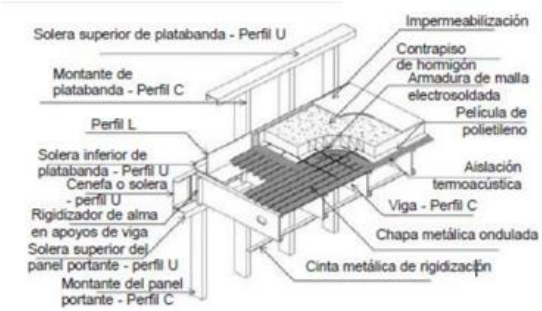


Ilustración 22. Detalle de cubierta plana

Fuente: (Guevara, 2018)

2.1.8 Típicos cerramientos y revestimientos

Un marco de acero puede usar una infinidad de revestimientos, mucho depende de requerimientos estructurales y de la disponibilidad en el sitio de trabajo, también se mencionó que, con mucha flexibilidad en las partes estructurales, puede usar revestimientos tradicionales como los bloques y ladrillos, pero según los conceptos del sistema ligero para su revestimiento tendrán los mismos principios.

Entre ellos, los más utilizados son los tableros OSB, el tablero de cemento y el cartón yeso, conocidos como gypsum, cada uno de ellos tiene sus propias

utilidades e inconvenientes, pero depende de las necesidades del proyecto y del presupuesto de la obra. En otro ámbito fundamental del revestimiento es el retraimiento térmico y acústico, que es un poco más complicado porque es difícil combinar materiales de construcción tradicionales con materiales ligeros, aunque tenemos modificaciones y materiales que contribuirán a superar esta carencia, para nombrar unos pocos. Disponemos de: fibra de cristal, poliestireno extendido, aumentando el grosor de las secciones o utilizando tabiques de doble cara.

A continuación, se muestra el panel en una configuración simple o doble de fibras de vidrio de diferentes espesores y su atenuación sonora en dB.

	Pared Simple	Pared Doble	Pared Simple	Pared Doble	Pared Simple	Pared Doble
Espesor de la lana de vidrio (mm)	50	50	75	75	100	100
Rw (dB)	43	50	47	55	52	58

Ilustración 23. Índice de vibración sonora de la fibra de vidrio

Fuente: (Guevara, 2018)

Teniendo en cuenta que:

Cuantificación del aislamiento	Pérdida de transmisión (PT)	Condiciones de audición
Pobre	<30 dB	Se escucha fácilmente una conversación normal a través de la pared.
Regular	30 a 35 dB	Se oye la conversación en voz alta, pero no se entiende bien la conversación normal.
Bueno	35 a 40 dB	Se oye la conversación en voz alta, aunque no es fácilmente inteligible.
Muy bueno	40 a 45 dB	La palabra normal es inaudible y en voz alta es muy atenuada y no inteligible.
Excelente	>45dB	Se oye muy débilmente los sonidos muy altos.

Ilustración 24. Calificación de aislamiento acústico

Fuente: (Guevara, 2018)

El crecimiento de este método de construcción alternativo en diferentes países a producido con éxito materiales directos de revestimiento que pueden resolver diversos problemas, a modo de control de transmisión del calor e insonoro, protección de la humedad, protección contra incendios, etcétera. Hace que el

proceso de creación del sistema sea más industrial. Se refiere al sistema de aislamiento y acabado exterior (EIFS, por sus siglas en inglés), un método desarrollado en los Estados Unidos para aislar estructuras de manera efectiva de las inclemencias del tiempo en áreas con climas muy variables, desde nevadas hasta altas temperaturas. A menudo se utiliza en casas de madera, pero también es aplicable a estructuras de acero con excelentes resultados.

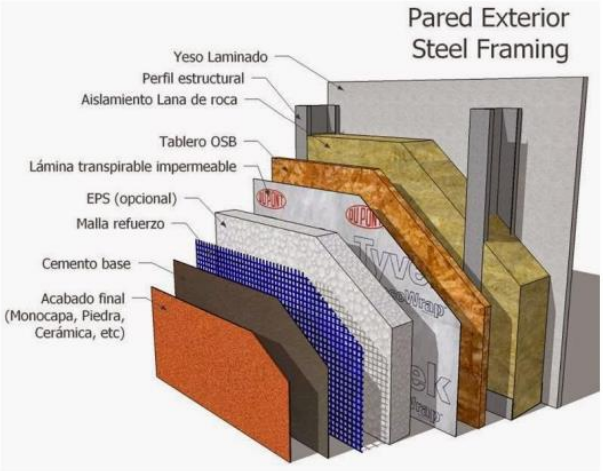


Ilustración 25. Esquema de acabado exterior

Fuente: (Guevara, 2018)

En definitiva, en cuanto a revestimiento, el marco de acero es tan bueno o en algunos casos supera la construcción convencional, esto debido a las muchas variedades por sus diferentes clases de materiales, hay algunas dificultades con la cuerda acústica, pero nada descartable. Solo depende del uso correcto del material para hacer lo que debe hacer, y siempre recuerde que una de las mayores ventajas de la estructura de acero por cuanto, si se requiere cambiar el resultado final o cambiar de posición una pared, reemplácela. Resulta muy fácil, además se puede reutilizar para otros lugares, lo que es muy difícil para otros sistemas de construcción.

2.1.9 Sistemas de montaje

Construcción in situ

> *"El diseño y montaje de estructuras de acero es el mismo que para madera, excepto los componentes se atornillan juntos en lugar de clavarse. Las viguetas de acero se pueden pedir en longitudes largas para abarcar el ancho de la casa. Esto acelera el proceso de elaboración y elimina las juntas traslapadas. Finalmente, los materiales de revestimiento y de acabado se fijan con tornillos o clavos neumáticos."* (Mayorga, 2014)

> *"Este método aumenta las actividades en la obra, y es ideal en lugares donde la prefabricación no es posible. Los perfiles son cortados en obra. Las vigas, cubiertas, cabriadas, arriostramiento son montados en obra. Con este método se facilita el transporte, ya que no se necesita la movilización de paneles armados o elementos de gran formato*" (Toribio, 2013)

Sistemas en paneles

Este tipo de paneles que por lo general incluyen paredes portantes o sin carga, arriostramientos, techo y entrepiso; se montan en obra mediante el uso de tornillos autoperforantes. A menudo, se fabrican y arman en el taller haciendo uso de una variedad de tornillos autoperforantes y así obtener paneles mejor terminados para aumentar la calidad del producto final, a su vez esto implica menor tiempo de trabajo en sitio.

> *"La panelización consiste en un sistema de prefabricación de paredes, entrepisos y/o componentes del techo en secciones. Este método de construcción es más eficiente donde hay una repetición de tipos y dimensiones del panel. Los paneles se pueden hacer en la tienda o en el campo a partir de plantillas que se desarrollan para cada tipo de panel. Las vigas y viguetas de acero se ordenan cortadas a la longitud de la mayoría de los paneles de trabajo, se colocan en la plantilla y se sujetan, ya sea por*

tornillos o soldadura. El revestimiento exterior, o en algunos casos, el acabado exterior completo, se aplica al panel antes de la construcción." (Mayorga, 2014)

Una de las principales ventajas de la construcción por medio de paneles es la optimización del tiempo de ejecución, es decir, su velocidad, un trabajo bajo este método se puede realizar alrededor de la cuarta parte del tiempo que del método anterior. Si a ello sumamos que el revestimiento puede formar parte de este sistema de ensamble, el ahorro del tiempo llega a ser más notable.



Ilustración 26. Traslado de materiales a la obra
Fuente: (Toribio, 2013)

- **Paneles prediseñados**

Estos paneles tridimensionales son realizados en su totalidad en taller y se transporta a la obra como módulos, estos ya vienen con una instalación de acabados de interiores completa, como es la cocina, los aparatos sanitarios. Una vez que llega al sitio únicamente se realiza un montaje y los revestimientos exteriores.

"*Debido a la alta resistencia y flexibilidad de diseño del acero, los sistemas innovadores son posibles, cosa que no resulta factible con otros materiales. Los sistemas de ingeniería típicamente ocupan un gran espacio en la carga primaria que transportan aumentando la cantidad de viajes que se realizan, por el contrario, con este sistema se agrupan elementos primarios y secundarios reduciendo en gran medida la cantidad de viajes necesarios para transportar todo el material al sitio del proyecto. Este sistema utiliza tantos elementos horizontales secundarios para distribuir las cargas de viento a las columnas como acero de peso ligero para llenar espacios entre las columnas. Otra de las ventajas que ofrece este tipo de sistemas prediseñados es el uso de canales listón, los cuales son utilizados para apoyar los materiales de revestimiento y también proporcionar una ruptura en la trayectoria de flujo de calor hacia el exterior, lo que aumenta la eficiencia térmica."* (Mayorga, 2014)



Ilustración 27. Módulos para residencias
Fuente: (Toribio, 2013)

2.2 Normativa nacional y local para el desarrollo de proyectos inmobiliarios bajo este método constructivo.

La normativa contempla normas, manuales, códigos que son implementados alrededor del mundo y que constan de una previa calificación o aprobación de su contenido por entidades correspondientes.

> *"En las normas se especifica los detalles de los elementos (requerimientos de materiales, dimensiones, corrosión, térmicos y acústicos), las especificaciones que estos deben cumplir para ser usados, se presentan guías de diseño, procesos de simulación, requerimientos y condiciones que debe tener el personal a cargo, condiciones de instalación y especificaciones de las conexiones. En la parte estructural, se especifican deflexiones máximas, torsiones, tensiones y deformaciones. Los códigos térmicos, se especifica las características importantes para cada tipo de sección y los parámetros que son necesarios para realizar una evaluación termo acústica. Igualmente, se presentan reglamentos en los cuales la ley del país establece los elementos básicos que se deben seguir, reconocen y establecen las características del sistema"* (Mayorga, 2014)

Al momento no se ha desarrollado esta metodología como un uso común en la construcción, por esa razón aún no disponemos de ninguna norma que rija en la ejecución de este método de construcción. Sin embargo, a continuación, presento las normas que comúnmente se utilizan en algunos territorios.

Tabla 3. Normas técnicas acerca del steel framing

Fuente: (Mayorga, 2014)

País	Normas
Estados	AIS Codes, Standards and Design Guides on Cold-Formed Steel Framing (2007) Thermal design and code compliance for cold-formed steel walls(2008)
UK	BS 5950 Part 5 "Code of Practice for Design of Cold Formed"(1998)
Canadá	NBC-national building code (2010) Architectural Design Guide(2002)
Japón	Technical standard notification No.1641 concerning light-gauge steel structures (2001) Architectural Institute of Japan (AIJ): Steel Construction Technical Guidelines—Shop Manufacture (2007)
Chile	Manual de Ingeniería de Steel Framing: Elementos estructurales, techos, paredes – Chile (2007)
Nueva Zelanda y Australia	Manuales publicados por NASH (National Association of Steel Framed Housing INC) (2005 - 2009)

En Ecuador, al momento no existe una normativa que acoja a la construcción de proyectos de steel framing, debido a la poca o nula existencia de proyectos bajo este sistema constructivo, aunque es importante aclarar que cada vez este formato de construcción se hace más conocido dentro de nuestro territorio.

Sin embargo, las normas de diseño están regidas por la NTE INEN 1623, donde teniendo en cuenta el título F, capítulo F4, acerca de las estructuras de acero conformados en frío. En la norma de CPE INEN 005-1 del código ecuatoriano de la construcción establece:

Ecuación 1. Fuerzas sísmicas reducidas de diseño

$$E = Fs/R$$

Donde:

E= Fuerza sísmica reducida de diseño.
Fs= Fuerza sísmica calculada.
R= Coeficiente de capacidad de disipación de energía.

"El coeficiente de disipación de energía para cada sistema estructural está dado por la ecuación R=ϕp ϕa ϕr Ro, donde ϕp es una reducción por las irregularidades en planta, ϕa una reducción por irregularidades en altura y ϕr por irregularidades de redundancia.

El valor de Ro está estipulado de acuerdo con cada sistema estructural y se hallan en las tablas A.3-1 a la A.3-3.

De igual forma para elementos como conexiones se tiene un coeficiente de sobre resistencia Ω0 el cual es usado para el cálculo de la fuerza sísmica de diseño de acuerdo con la siguiente ecuación:" (CPE INEN 005-1, 2018)

Ecuación 2. Fuerzas sísmicas amplificadas por sobre resistencia

$$E = \frac{\Omega o \ Fs}{R} \pm 0.5 \ Aa \ Fa \ D$$

Donde:

Ω0= Coeficiente de sobre resistencia.
Fs= Fuerza sísmica calculada.
R= Coeficiente de capacidad de disipación de energía.
Aa= Coeficiente aceleración horizontal pico efectiva.
Fa= Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos.
D= Carga muerta sobre elemento.

"Como se puede observar el valor de R y Ωo resulta indispensable para un diseño óptimo. En el título A en las tablas A.3-1 a la A.3-3 se establecen cada uno de los Ro y Ωo para los respectivos sistemas constructivos de acuerdo con su comportamiento sísmico ya evaluado, en estas tablas actualmente no se puede encontrar el sistema constructivo del steel framing, dado que es muy poca su utilización y conocimiento en Colombia, es por tanto que los valores a usar de Ro están limitados a el inciso A.3.1.7 el cual dice lo siguiente:" (CPE INEN 005-1, 2018)

A.3.1.7 — SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SÍSMICA PREFABRICADOS — Pueden construirse edificaciones cuyo sistema de resistencia sísmica esté compuesto por elementos prefabricados. El sistema prefabricado debe diseñarse para las fuerzas sísmicas obtenidas de acuerdo con este Reglamento usando un coeficiente de capacidad de disipación de energía básico, tal como lo define el Capítulo A.13 igual a uno y medio $\left(R_0 = 1.5\right)$. Cuando se demuestre con evidencia experimental y de análisis, que el sistema propuesto tiene una resistencia, capacidad de disipación de energía y capacidad de trabajo en el rango inelástico igual o mayor a las obtenidas con la estructura construida utilizando uno de los materiales prescritos por este Reglamento, deben cumplirse los requisitos de los Artículos 10 y 12 de la Ley 400 de 1997, pero en ningún caso el valor de R_0 podrá ser mayor que el fijado por el presente Reglamento para sistemas de resistencia sísmica construidos monolíticamente con el mismo material estructural. Al respecto debe consultarse A.1.4.2.

Ilustración 28. Inciso A.3.1.7 Título CPE INEN 005-1

Fuente: Inen 005-1

Como para el sistema de construcción steel framing este código no resuelve las exigencias y recomendaciones dentro de la ejecución, sin embargo para códigos americanos de las cuales están basado nuestras normativas, estas incluyen los valores para sistemas que están fabricados con acero recubiertos de zinc, como por ejemplo en la tabla C1-1 que muestra el código AISI S213-07/S-09 sus coeficientes correspondientes, entre los que también constan en la normativa ASCE 7, código que enmarca toda la normativa de los sistemas construido en base de acero.

Design Coefficients and Factors for Basic Seismic Force-Resisting Systems

Basic Seismic Force-Resisting System [b]	Seismic Response Modification Coefficient, R	System Over-strength Factor, Ω_o [c]	Deflection Amplification Factor, C_d	Structural System Limitations and Building Height (ft) Limitations [a] Seismic Design Category				
				A&B	C	D	E	F
A. BEARING WALL SYSTEMS								
Light-framed walls sheathed with wood structural panels rated for shear resistance or steel sheets	6 ½	3	4	NL	NL	65	65	65
Light-framed walls with shear panels of all other materials	2	2 ½	2	NL	NL	35	NP	NP
Light-framed wall systems using flat strap bracing	4	2	3 ½	NL	NL	65	65	65
B. BUILDING FRAME SYSTEMS								
Light-framed walls sheathed with wood structural panels rated for shear resistance or steel sheets	7	2 ½	4 ½	NL	NL	65	65	65
Light-framed walls with shear panels of all other materials	2 ½	2 ½	2 ½	NL	NL	35	NP	NP
H. STEEL SYSTEMS NOT SPECIFICALLY DETAILED FOR SEISMIC RESISTANCE, EXCLUDING CANTILEVER COLUMN SYSTEMS	3	3	3	NL	NL	NP	NP	NP

Ilustración 29. Coeficientes y factores de diseño

Fuente: AISI S213-07/S-09

“Como se puede observar para sistemas estructurales cuyos componentes son elementos en con acero galvanizado se cuenta con coeficientes de Ro y Ωo estipulados, lo que permite tener un mejor conocimiento del comportamiento estructural y de esta forma poder encontrar las cargas optimas de diseño lateral. En el caso del sistema estructural de entramado de perfiles galvanizados formados en frío galvanizados se obtienen Ro= 4 y Ωo = 2, para la clasificación anteriormente mostrada.” (CPE INEN 005-1, 2018)

Capítulo 3: METODOLOGÍA

3.1 Recopilación de información

La metodología que se va a utilizar es la recopilación de información exacta, dicha técnica es la parte central de la investigación y esta nos permitirá explicar: cómo el manejo de datos puede influir en la interpretación de los resultados de la investigación, y cómo la precisión (confiabilidad) y la exactitud (validez) puede influir en la interpretación de los resultados de los estudios de la investigación.

Técnicas

Esta técnica suele ser indispensable en el proceso de la investigación científica, ya que integra la estructura por medio de la cual se organiza la investigación.

Existen dos técnicas de investigación: técnica documental y técnica de campo.

Este procedimiento documental nos permite recopilar información para presentar teorías que apoyen el análisis de fenómenos y procesos. Esto incluye la utilización de herramientas definidas por el origen del documento al que se relaciona.

Este procedimiento de campo el cual nos permite la observación en relación directa con el objeto de estudio y la recolección de evidencia, las cuales pueden ser usadas para comparar la teoría y la práctica en la búsqueda de la veracidad.

Técnicas de investigación de campo

Esta técnica de investigación de campo consiste en desarrollar el tipo de instrumentos, así como la forma y condiciones en que habrán de recolectarse los datos necesarios para cada caso.

Técnicas de recopilación en la investigación de campo

Las técnicas de recopilación en la investigación de campo son las siguientes:

Recolección de datos previos en los respectivos centros de abastos o mercados.
Visitas de campo a los distintos puntos de comercialización.
Realización de entrevistas a las personas que conforman el cuerpo comercial de los centros de abastos, como vendedores, dueños, compradores, etc.

Inventario de infraestructuras y sistemas vigentes para control.

- Procesamiento de datos.
- Comparación de propuestas generadas para la construcción de dicho proyecto con actuales.
- Medición de variables.

3.2 Clasificación de investigación

A continuación, esta información tiene que ser categorizada. El propietario del activo es responsable de esto y mejor aún que la alta gerencia brinde la orientación necesaria y que está basada en los hallazgos de la evaluación de riesgos de investigación.

De acuerdo con el ISO 27001, este tipo de investigación debe seguir algunos parámetros específicos. Las investigaciones suelen clasificar la información según su confidencialidad, es decir, según a quién se le ha permitido el acceso.

Por ejemplo, en un hospital, los galenos y enfermeras requieren acceder a los registros clínicos de un paciente, pero no se les debe permitir el acceso a la información personal, peor aún a los sistemas financieros del hospital.

Estos son los cuatro niveles de confidencialidad que incluirá un sistema tradicional:

Confidencial: acceso solo para la alta dirección.
Restringido: acceso permitido a los directores regionales y los empleados.
Interna: se refiere a que solo tienen acceso a la información los miembros de la organización, pero a cualquier nivel.
Público: disponible para cualquier persona ya sea que este dentro a fuera de la organización.

Como era de esperar, las más grandes y sofisticadas organizaciones poseen un mayor nivel de confidencialidad. Del mismo modo, la información que tiene mayor influencia y que por ende corre mayor riesgo, se suele proporcionar con un alto grado de confidencialidad.

No obstante, se debe poner mayor énfasis en lo que ha cuidado se refiere, ya que en algunas ocasiones no suele ser así. En el anterior ejemplo se puede notar que, en algunos casos, esta información confidencial tiene que estar disponible para un mayor grupo de personas y de esta manera puedan hacer un trabajo de calidad.

3.3 Procesamiento de datos

Clasificada la información, el dueño de los bienes tiene que establecer un método de etiquetado. Además, requiere que la información sea almacenada de manera física y digitalmente y tomar en cuenta que debe ser lo más legible y consistente posible.

Por último, se tiene que desarrollar métodos precisos para la protección adecuada de la información de acuerdo con su agrupación y formato. De esta manera, se puede considerar colocar los documentos internos en gabinetes de fácil acceso para todo el personal. Así mismo, la documentación que tienen acceso restringido se puede almacenar en gabinetes cerrados.

Adicionalmente, se tiene que desarrollar procedimientos adjuntos para la información publicada, enviada a través de correo electrónico o que sea trasladada por el personal.

Capítulo 4: CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL PROYECTO DE ESTUDIO

4.1 Caracterización del proyecto

El proyecto que se llevará a cabo haciendo uso de este novedoso sistema constructivo, el proyecto de investigación se encuentra referenciado por el proyecto “Acacias”, este proyecto hace parte de los proyectos inmobiliarios ubicados en la ciudad de Quito.

El proyecto se divide en dos fases, donde la primera fase tiene 10 viviendas y la segunda fase tiene 12 viviendas, para un total de 22 viviendas, el cual se enmarca en viviendas de interés público (VIP). El precio estimado oscila entre $ 70,000 (setenta mil dólares) y $ 90,000 (noventa mil dólares). Cada vivienda tiene un área total de 76.60 metros cuadrados, el análisis de este estudio tratará a un grupo de 8 casas trabajadas en este módulo, donde se entenderán las características y diferencias con el método tradicional.

En base a este proyecto, a continuación, encontramos el diseño arquitectónico de la vivienda y el correspondiente diseño estructural.

4.2 Diseño arquitectónico viviendas

Como se mencionó anteriormente, este proyecto se construirá en módulos, esto ayudará a optimizar el costo, por lo que hay dos tipos de casas, casas de esquina y casas divisorias, cuya característica principal es que las casas divisorias compartirán paredes entre sí.

Las viviendas del proyecto "Acacias" cuentan con tres pisos y un techo a dos aguas, se mostrará los diferentes pisos y secciones en el que se pueden apreciar los principales aspectos dentro de la arquitectura del proyecto.

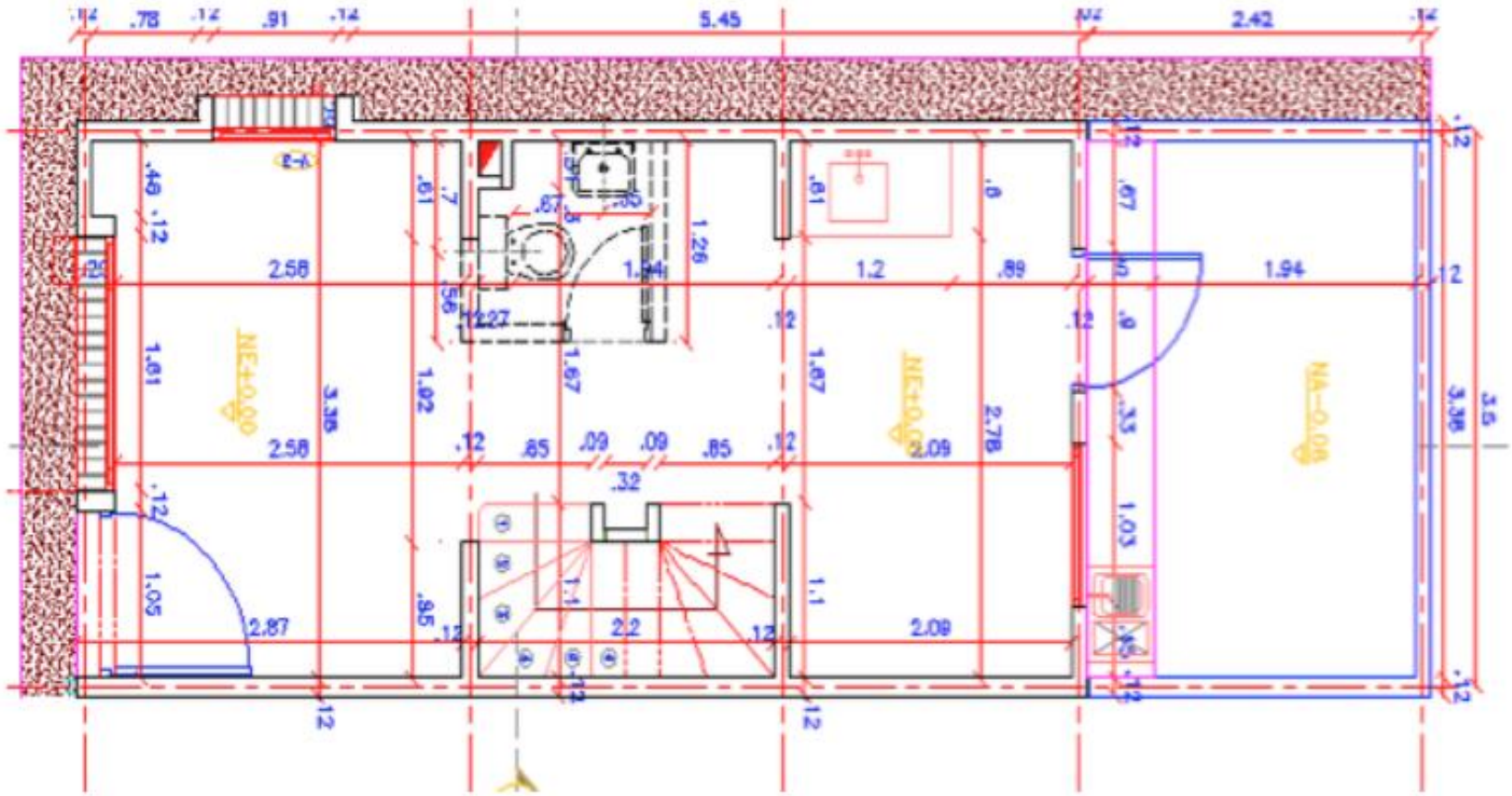


Ilustración 30. Plano arquitectónico del proyecto

Fuente: Proyecto "Acacias"

En la Ilustración 31, se puede observar las viviendas con una planta típica, donde encontramos unas viviendas de tipo rectangular cuyas medidas son de ancho 3.50 metros y de largo 10.06 metros, además incluye en la parte interna un patio de largo de 1.94 metros.

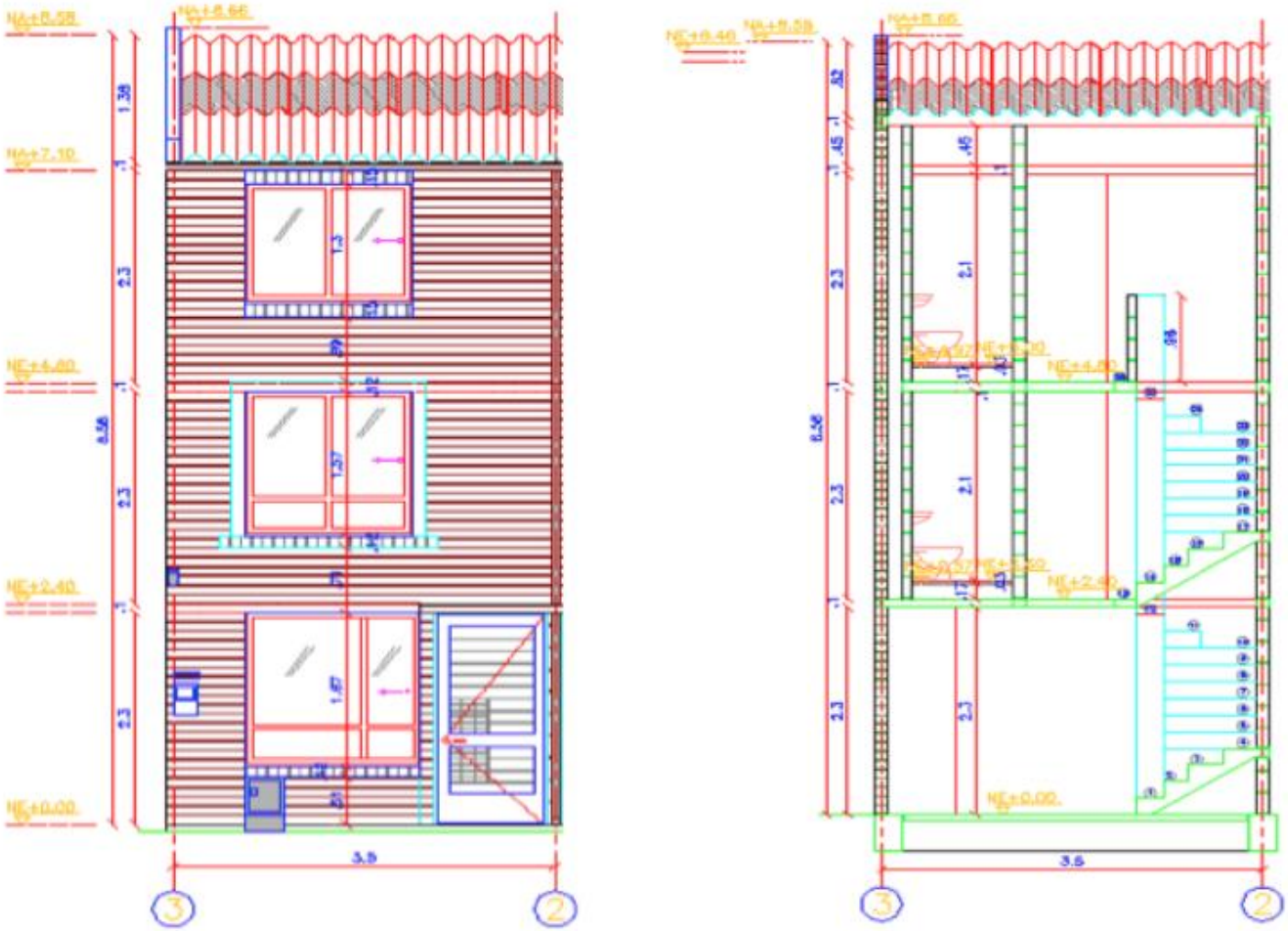


Ilustración 31. Corte del plano arquitectónico del proyecto

Fuente: Proyecto "Acacias"

En la ilustración 32, encontramos la sección vertical de las viviendas del proyecto, de la cual podemos ver que la altura de los entrepisos tiene 2.30 metros, a excepción del tercer piso que tiene una altura mayor a fin de alcanzar el desnivel necesario para la cubierta.

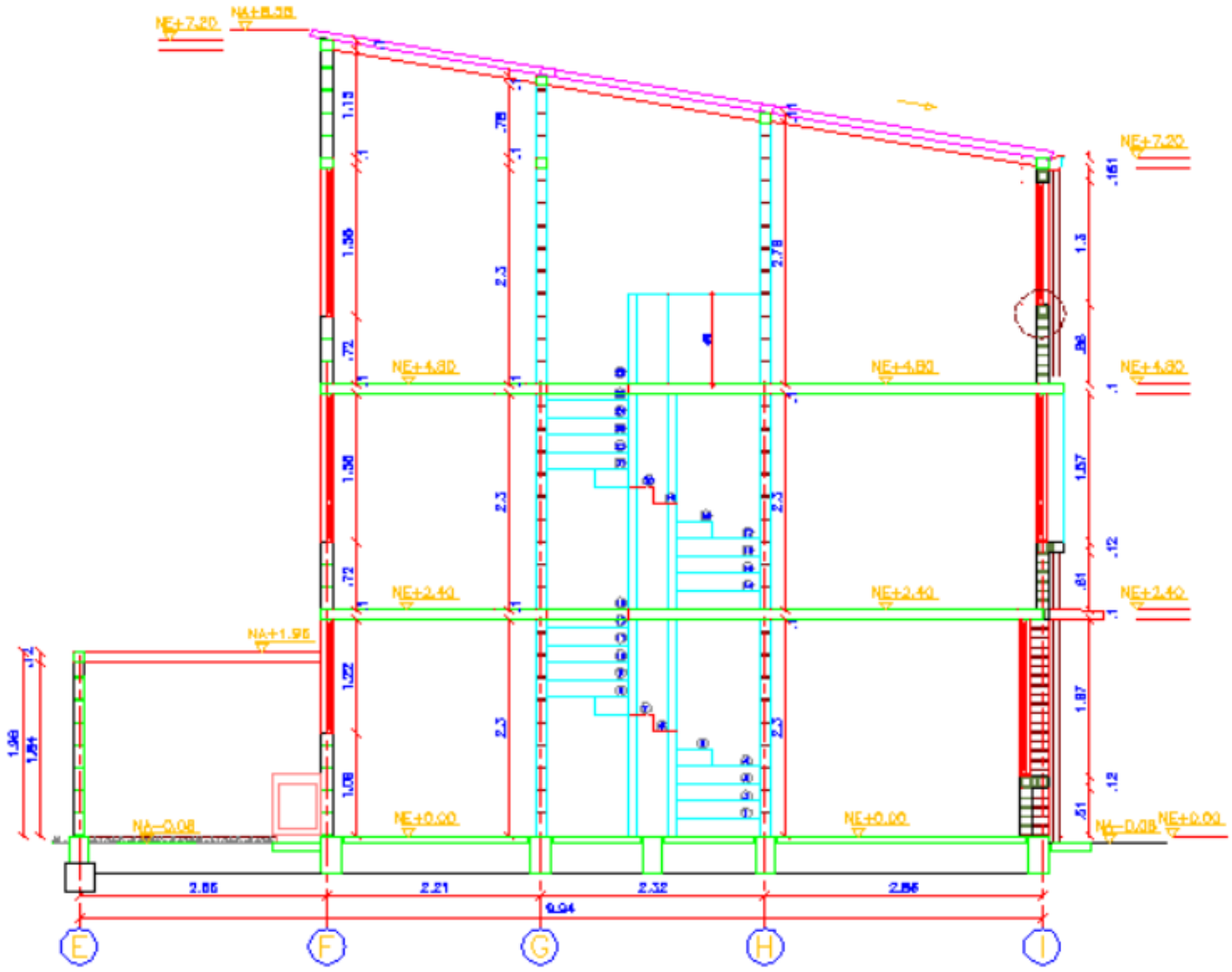


Ilustración 32. Corte transversal del proyecto

Fuente: Proyecto "Acacias"

En función del detalle exacto de los planos arquitectónicos como se ha indicado, hemos resuelto las cantidades de obra y material requeridas en la ejecución y con ello, presupuestos bastante exactos.

4.3 Diseños estructurales

El diseño estructural bajo el sistema constructivo steel framing, en vista de que el país no cuenta con una normativa que rija y ayude en la construcción con este método, se ha tomado referencias de las normas extranjeras como NSR-10 donde se consideró en el capítulo 4 del título F de esta norma, elementos estructurales en acero formado en frío y la AISI 100-2007, que se utiliza para determinar la dimensión de los componentes a utilizar dentro del diseño estructural.

En el siguiente gráfico podemos apreciar el extracto de los esquemas usados en el steel framing, en dónde se desarrollarán la correspondiente evaluación en su diseño.

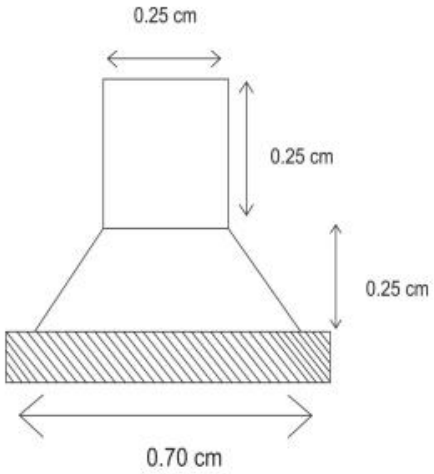


Ilustración 33. Dimensiones cimentación para steel framing
Fuente: Constructora "x"

Para esta investigación se ha concebido un peso utilizado de 360 kg/m2 cuyo peso se halla estandarizado para las compañías que han realizado proyectos bajo este sistema del steel framing. Como podemos evidenciar las vigas son de 0,25 m * 0,25 m y a simple vista indica una disminución de las medidas de las vigas tradicionales, con ello conseguimos una reducción de costos desde la cimentación.

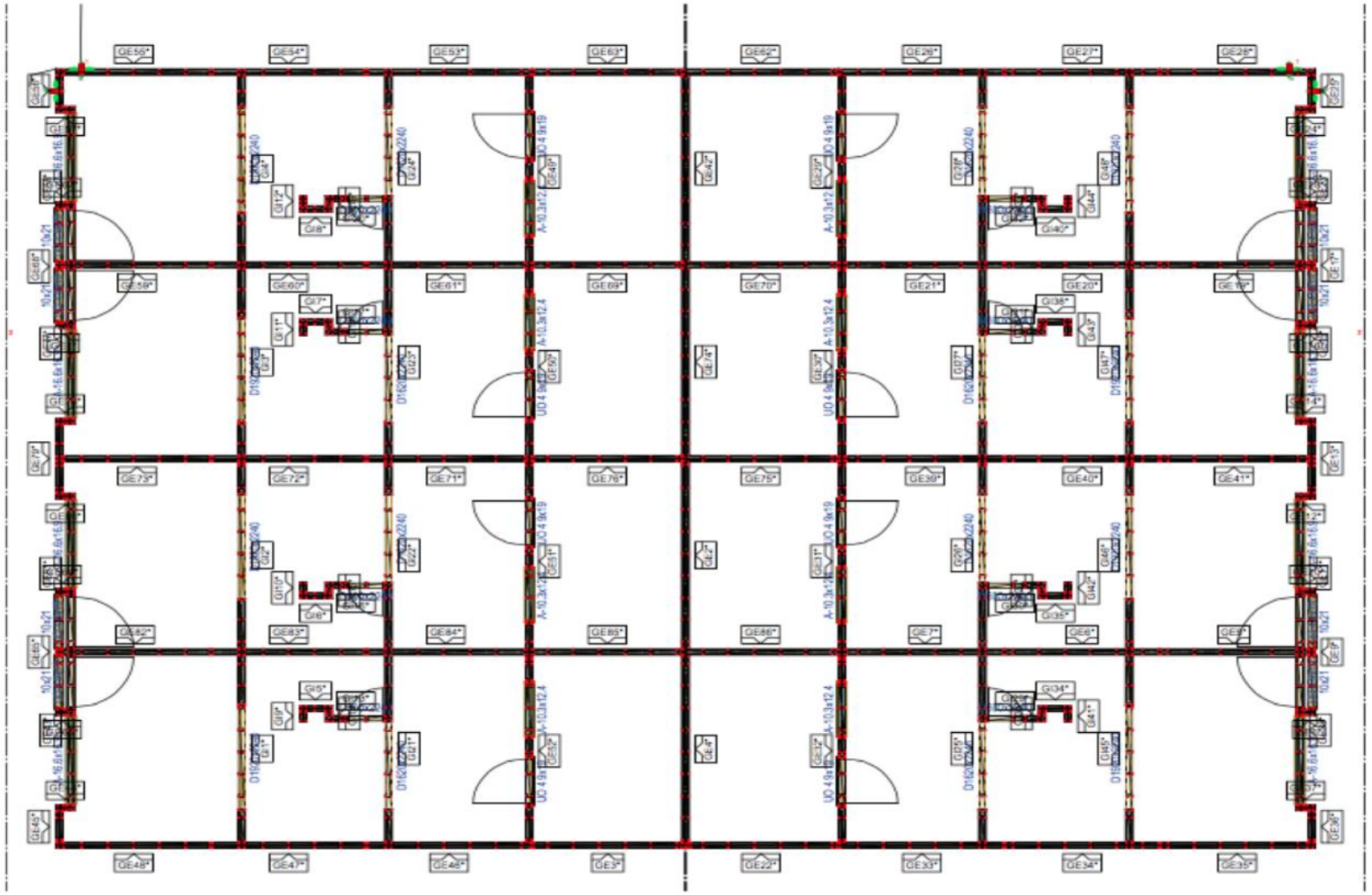


Ilustración 34. Planta nivel 1 modelo steel framing

Fuente: Proyecto "Acacias"

Dicho esquema se efectuó como se lo mencionó anteriormente, bajo el modelo de viviendas continuas con muros comunes y que poseen iguales características.

A partir de aquí, los muros comunes de la planta baja se construyeron con perfiles S894116 (parales) de acero grado 33 @ 407 mm, mientras que los demás muros de la planta baja se construyeron con columnas de perfiles de acero S894118 grado 33 @ 407 mm. La estructura de las dos plantas superiores es similar, posee columnas con perfil S8118 @ 407 milímetros.

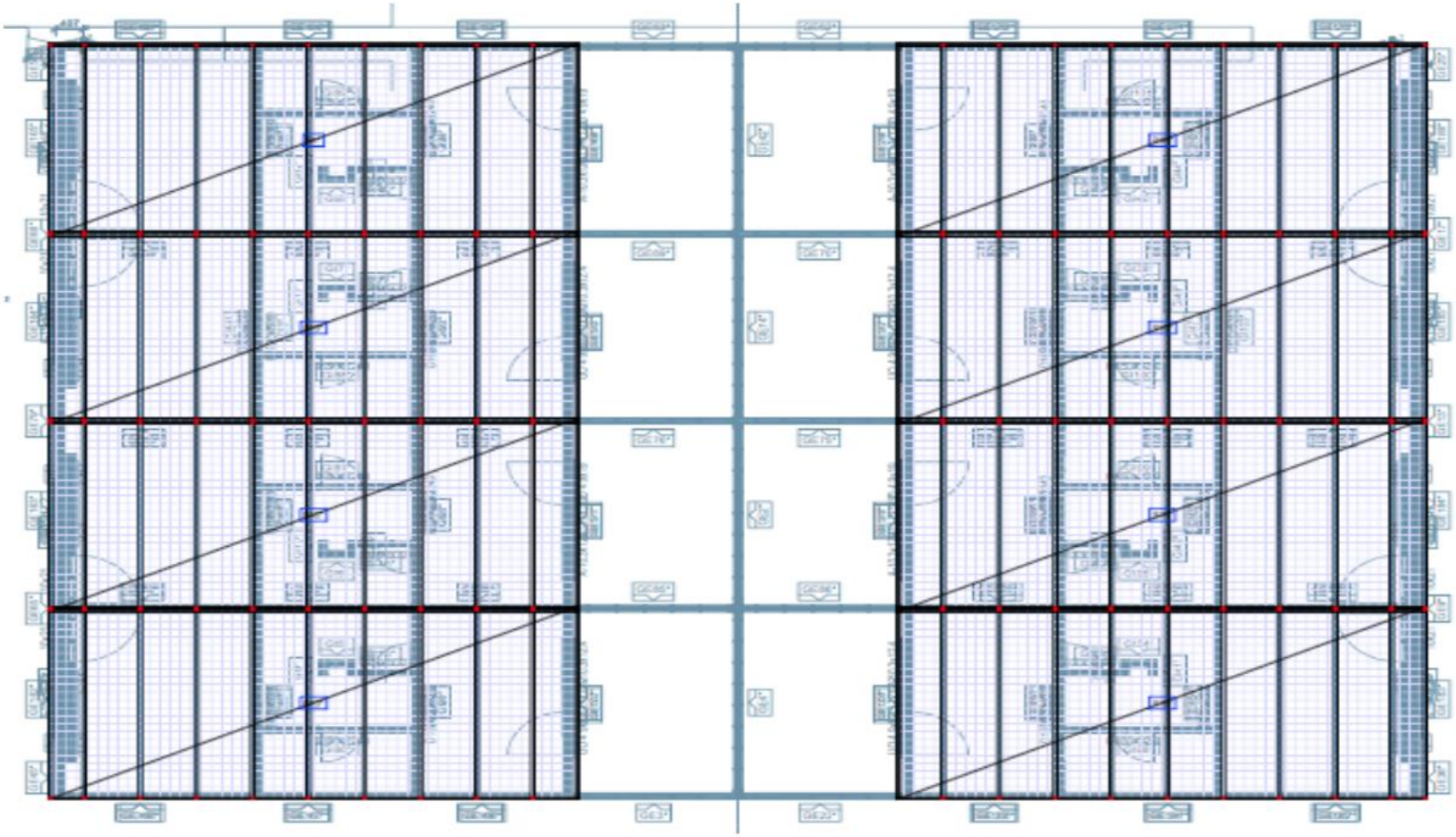


Ilustración 35. Planta cubierta modelo steel framing

Fuente: Proyecto "Acacias"

El entrepiso se compone de perfiles dobles de acero de grado 33, S1504118 cuyo espaciamiento es de 407 mm, mientras que el techo consta de vigas de perfil S1504116 con una distancia de 850 mm.

Basado en el diseño estructural obtenido para la vivienda “Acacias” para el sistema constructivo ligero de estructura de acero. La Tabla 4 muestra el análisis del peso bruto de la estructura, incluyendo el techo y las escaleras metálicas. Así mismo, se estima el peso de la estructura construida por metro cuadrado (kg/m2), calculado a partir del valor de 692 metros cuadrados construidos para 8 viviendas como se describe arriba.

Tabla 4. Análisis de peso total de la estructura steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	PERFIL	PERFIL ML	PESO KG/ML	PESO TOTAL
Muros primer piso	s894116	493	2.14	1055.02
Muros primer piso	s894118	2486	1.71	4251.06
Refuerzos primer piso	s894116	39.44	2.14	84.4016
				0
muros segundo piso	s894118	2474	1.71	4230.54
refuerzos segundo piso	s894118	197.92	1.71	338.4432
				0
Muros tercer piso	s894118	2719	1.71	4649.49
Refuerzos tercer piso	s894118	217.52	1.71	371.9592
				0
Entrepiso 2do piso	S1504118	1296	2.39	3097.44
Refuerzos entrepiso 2	S1504118	103.68	2.39	247.7952
				0
Entrepiso tercer piso	S1504118	1296	2.39	3097.44
Refuerzos entrepiso 3	S1504118	103.68	2.39	247.7952
				0
Cubierta	s894116	300	2.14	642
Refuerzos cubierta	s894116	24	2.14	51.36
				0
Escalera 1 a 2do piso	s894120	575	1.21	695.75
Escalera 2 a 3er piso	s894120	575	1.21	695.75
TOTAL PESO ESTRUCTURA (KG)				23756.24
TOTAL PESO ESTRUCTURA (KG/M2)				34.94

Como resultado, la estructura de 8 viviendas contiene aproximadamente 24 toneladas de acero. Si lo comparamos con el rango mencionado en el documento informativo RATIO:n:ING Light Steel Framing de la consultora, el peso total por metro cuadrado es de 34 kg/m2. (S. L., 2010).

Esto indica valores entre 24 y 30 kg de acero/m² en la edificación. La colocación fue lograda por la mencionada compañía debido a su participación en varios proyectos de estructuras de acero en España. Por lo tanto, se concluye que los pesos de nuestros constructos estarán muy cerca del rango encontrado en la literatura. Posteriormente se mostrarán los factores necesarios que se deben tener en cuenta para reducir significativamente el peso de la estructura.

Sostenibilidad:

- El acero es un material reciclado y 100% reciclable, sin perder sus propiedades. El acero utilizado en la conformación de la estructura, además, proviene de bobinas de chapa, de las que el 80% proviene del reciclaje (fuente: Arcelor Mittal).
- Se minimiza el uso de acero. Los ratios de $kg_{acero}/m^2_{edificación}$ son, para este sistema, extremadamente bajos, del orden de 24 a 30 $kg_{acero}/m^2_{edificación}$.
- Prácticamente no se generan residuos de obra. Toda la estructura llega a obra cortada a medida. Además, la modulación del sistema coincide con el ancho de las placas de revestimiento exterior e interior, por lo que no es necesario cortar los materiales en obra. De este forma, se reducen enormemente los sobrantes de materiales y los residuos de obra.
- Se reduce la demanda energética de la edificación, debido al alto grado de aislamiento térmico de las paredes y cubiertas del sistema.
- No se consumen grandes cantidades de agua en obra, ya que se trata de un sistema "en seco".
- Se reduce el impacto de los transportes de materiales a obra, debido al poco peso del sistema constructivo.
- Se reducen los tiempos de ejecución y no se utiliza maquinaria pesada, reduciendo por tanto las molestias a vecinos y el impacto sobre el entorno.

Ilustración 36. Peso total por metro cuadrado

Fuente: (S. L, R., 2010)

"RATIO:N:ING es una empresa de ingeniería española que participa en proyectos light steel framing en España por medio de diseño y cálculo la estructura steel framing, redacción del proyecto de estructuras y delineación planos de fabricación y montaje, suministro de la estructura metálica, asistencia técnica integral y formación a durante el ensamblaje de paneles en taller y su instalación en obra." (S. L, R., 2010)

Capítulo 5: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Costos

Basados en las características antes mencionadas en este momento procederemos a desarrollar un análisis de costos directos y la duración de la construcción bajo esta metodología como también bajo la metodología de construcción tradicional, así podremos hacer una comparación objetiva y concluir de manera correcta.

A continuación, se realizará un análisis de costo de mano de obra, entendiendo que no existe literatura o bibliografía en nuestro país sobre estos proyectos, nosotros nos apoyaremos en una investigación de costos de la Contraloría General del Estado.

Análisis de salario de la mano de obra.

Tabla 5: Reajuste de precios

Fuente: Contraloría General del Estado, 2022

REAJUSTE DE PRECIOS
SALARIOS MÍNIMOS POR LEY

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	TRANS-PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
REMUNERACIÓN BÁSICA UNIFICADA MÍNIMA	425,00								
CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS									
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2									
Peón	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de albañil	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de carpintero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de electricista	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de fierrero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de plomero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2									
Ayudante de maquinaria	448,68	448,68	425,00		654,18	448,68	7.360,70	31,46	3,93
Albañil	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Operador de equipo liviano	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Pintor	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Pintor de exteriores	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Pintor empapelador	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Fierrero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Carpintero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Encofrador o carpintero de ribera	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Plomero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Electricista o instalador de revestimiento en general	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Ayudante de perforador	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Cadenero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Mampostero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Enlucidor	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Hojalatero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Técnico liniero eléctrico	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Técnico en montaje de subestaciones	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Técnico electromecánico de construcción	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Parqueteros y colocadores de pisos	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1									
Maestro eléctrico/liniero/subestaciones	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Maestro soldador especializado (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2									
Operador de perforador (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Perfilero (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en albañilería	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en obras civiles	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Maestro de obra	467,45	467,45	425,00		681,54	467,45	7.650,84	32,70	4,09
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3									
Inspector de obra	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
Supervisor eléctrico general	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
Supervisor sanitario general	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1									
Ingeniero Eléctrico	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
Ingeniero Civil (Estructural, Hidráulico y Vial)	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
Residente de Obra	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
LABORATORIO									
Laboratorista (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
TOPOGRAFÍA									
Topógrafo (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
DIBUJANTES									
Dibujante (En Construcción - Estr.Oc.C2)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09

Tabla 6. Cuadrillas para análisis de precios

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	CUADRILLA	INTEGRANTES	CANTIDAD	SALARIO DIARIO	SALARIO PARCIAL	SALARIO CUADRILLA	HORA CUADRILLA
1	Cuadrilla de Estructura Tipo 1	Oficial de Estructuras	1	$ 23.50	$ 23.50	$ 43.50	$ 5.44
		Ayudante de Estructuras	1	$ 20.00	$ 20.00		
2	Cuadrilla de Estructura Tipo 2	Oficial de Estructuras	2	$ 23.50	$ 47.00	$ 87.00	$ 10.88
		Ayudante de Estructuras	2	$ 20.00	$ 40.00		
3	Cuadrilla de Estructura Tipo 3	Oficial de Estructuras	1	$ 23.50	$ 23.50	$ 83.50	$ 10.44
		Ayudante de Estructuras	3	$ 20.00	$ 60.00		
4	Cuadrilla de Estructura Tipo 4	Oficial de Obra Negra	1	$ 22.50	$ 22.50	$ 42.50	$ 5.31
		Ayudante de Obra Negra	1	$ 20.00	$ 20.00		
5	Cuadrilla de Estructura Tipo 5	Oficial de Obra Negra	1	$ 22.50	$ 22.50	$ 42.50	$ 5.31
		Ayudante de Obra Negra	1	$ 20.00	$ 20.00		

5.1.1 Cimentación

El sistema steel framing sobresale con una de sus características más importantes es que el peso propio es mucho menor en comparación con el método de construcción tradicional.

A continuación, vamos a realizar un análisis de precios de la cimentación con el sistema steel framing.

Tabla 7. Costes de materiales y cimentación

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Hormigon 210 kg/cm2	m3	97.71
Hormigon 140 kg/ cm2	m3	75.54
ACERO FIGURADO No. 4 (Ø 1/2") F'y= 420 Mpa	kg	0.43

A continuación, haremos un desglose del análisis de precios de cada actividad correspondiente a este rubro.

Tabla 8. Análisis de precios de cimentación por steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
2	CIMENTACION				$ 5,214.56
2.1	VIGAS ZAPATAS				$ 3,168.46
2.1.1	Viga Amarre 0.25 x 0.25 m	m	269.64	$ 7.80	$ 2,346.70
	Concreto Grava Común 210	m3	16.85	$ 81.45	$ 1,372.43
	Vibrador Concreto Eléctrico	hr	182.75	$ 1.26	$ 230.27
	Cuadrilla Estructura 1-1	hc	150	$ 4.96	$ 744.00
2.1.2	Acero Refuerzo Vigas Amar	kg	1918	$ 0.43	$ 821.76
	Acero Refuerzo Figurado 60	kg	1918	$ 0.41	$ 786.38
	Alambre Negro Cal 18	kg	64.33	$ 0.55	$ 35.38
2.2	PLACAS MACIZAS				$ 2,046.10
2.2.1	Placa Contra piso Concreto 2000 e: 6cm	m2	278.76	$ 7.34	$ 2,046.10
	Concreto Grava Común 180	m3	17.56	$ 72.59	$ 1,274.68
	Cuadrilla Estructura 1-3	hc	118.79	$ 8.71	$ 1,034.66

Método estructural

Tabla 9. Excavaciones del proyecto

Fuente: Hugo Usamá, 2022

1	EXCAVACIONES Y RELLENO				$ 6,812.82
1.1	EXCAVACIONES				$ 227.59
1.1.1	Excavación Manual de Vigas	m	269.64	$ 0.84	$ 227.59
	Ayudante Obra Negra	Hr	132.32	$ 1.72	$ 227.59
2	CIMENTACION				$ 6,585.23
2.1	VIGAS ZAPATAS				$ 4,486.17
2.1.1	Viga Amarre dimensiones Variable	m	269.64	$ 7.95	$ 3,291.00
	Concreto Grava Común 3000	m3	23.8	$ 92.94	$ 2,211.97
	Vibrador Concreto Eléctrico	Hr	182.75	0.47	$ 85.89
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	210.41	4.72	$ 993.14
2.1.2	Acero Refuerzo Vigas Amarre	kg	1960	0.44	$ 1,195.17
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	1691.28	0.68	$ 1,150.07
	Alambre Negro Cal 18	Kg	2255.04	0.02	$ 45.10
2.2	PLACAS MACIZAS				$ 2,099.06
2.2.1	Placa Contra piso Concreto 2000 e: 6	m2	278.76	7.53	$ 2,099.06
	Concreto Grava Común 2000	m3	17.56	63.46	$ 1,114.36
	Cuadrilla Estructura 1-3	Hc	118.79	8.29	$ 984.77

El sistema de mampostería estructural presenta una cimentación cuyo costo parcial es de $6,585.23 en este proyecto, siendo ligeramente más costosa comparándolo con el método anterior.

5.1.2 Estructura

En el sistema de steel framing, los componentes a presupuestar radican en componentes diferentes en comparación del método tradicional, a continuación, lo explicaremos.

Como se evidencia en la estructura de este método, la perfilería estructural es el rubro que mayor porcentaje de inversión demanda para ejecutar el proyecto, se debe considerar materiales que se requieren en este rubro como son las tornillerías, anclajes, etc., sin embargo, estas no representan un gran impacto frente al costo total.

Basados en la lista de precios actualizadas al momento, manejamos los siguientes precios.

Tabla 10. Costes de materiales - estructura

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Perfiles S894116	ml	2.04
Perfiles S894118	ml	1.63
Perfiles S894120	ml	1.19
Perfiles S1504118	ml	2.16

Teniendo en cuenta estos valores, más las cantidades a usar que se determinaron mediante el uso de software estructurales, cantidades que detallaremos a continuación:

Tabla 11. Cantidades en la estructura en steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	PERFIL	PERFIL ML
Muros primer piso	s894116	493
Muros primer piso	s894118	2486
Refuerzos primer piso	s894116	39.44
muros segundo piso	s894118	2474
refuerzos segundo piso	s894118	197.92
Muros tercer piso	s894118	2719
Refuerzos tercer piso	s894118	217.52
Entrepiso 2do piso	S1504118	1296
Refuerzos entrepiso 2	S1504118	103.68
Entrepiso tercer piso	S1504118	1296
Refuerzos entrepiso 3	S1504118	103.68
Cubierta	s894116	300
Refuerzos cubierta	s894116	24
Escalera 1 a 2do piso	s894120	575
Escalera 2 a 3er piso	s894120	575

Apoyado en estos datos encontrados, procederemos a determinar el análisis de precios unitarios de este rubro.

Tabla 12. Análisis de precios por estructura en método steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	**ESTRUCTURA**				**$ 22,809.34**
3.1	**ENTREPISOS**				**$ 8,074.21**
3.1.1	Entrepiso Perfiles S1504118	m2	387.63	$ 20.83	$ 8,074.21
	Perfiles S1504118	ml	2592	$ 2.16	$ 5,598.72
	Refuerzo de Entrepiso Perfiles S1504118	ml	207.36	$ 2.16	$ 447.90
	Conexiones	%	0.09	$ 5,601.83	$ 504.16
	Tornillería	%	0.06	$ 5,601.83	$ 336.11
	Cuadrilla Estructural 3-1	hc	116.29	$ 10.21	$ 1,187.32
3.2	**MUROS ESTRUCTURALES**				**$ 14,735.12**
3.2.1	Muros Primer Piso Perfiles S894116	m2	107.23	$ 15.77	$ 1,691.02
	Perfiles S894116	ml	493	$ 2.03	$ 1,000.79
	Refuerzos Perfiles S894116	ml	39.44	$ 2.03	$ 80.06
	Conexiones Muros Primer Piso	%(perfiles)	0.01	$ 998.88	$ 9.99
	Anclajes Sísmico Primer Piso	%(perfiles)	0.2	$ 998.88	$ 199.78
	Tornillería	%(perfiles)	0.07	$ 998.88	$ 69.92
	Cuadrilla Estructural 3-1	hc	32.17	$ 10.21	$ 328.46
3.2.2	Muros Primer Piso Perfiles S894118	m2	301.37	$ 19.95	$ 6,012.33
	Perfiles S894118	ml	2486	$ 1.62	$ 4,027.32
	Conexiones Muros Primer Piso	%(perfiles)	0.02	$ 4,029.56	$ 80.59
	Anclajes Sísmico Primer Piso	%(perfiles)	0.24	$ 4,029.56	$ 967.09
	Cuadrilla Estructural 3-1	Hc	90.41	$ 10.21	$ 923.09
3.2.3	Muros Segundo Piso Perfiles S894118	m2	392.88	$ 15.64	$ 6,144.64
	Perfiles S894118	ml	2474	$ 1.62	$ 4,007.88
	Refuerzos Perfiles S894118	ml	197.92	$ 1.62	$ 320.63
	Conexiones Muros Segundo Piso	o %(perfiles	0.09	$ 4,010.10	$ 360.91
	Tornillería	%(perfiles)	0.07	$ 4,010.10	$ 280.71
	Cuadrilla Estructural 3-1	Hc	117.86	$ 10.21	$ 1,203.35
3.2.4	Muros Tercer Piso Perfiles S894118	m2	466.18	$ 14.80	$ 6,899.46
	Perfiles S894118	ml	2719	$ 1.62	$ 4,404.78
	Refuerzos Perfiles S894118	ml	217.52	$ 1.62	$ 352.38
	Conexiones Muros Tercer Piso	%(perfiles)	0.09	$ 4,407.22	$ 396.65
	Tornillería	%(perfiles)	0.07	$ 4,407.22	$ 308.51
	Cuadrilla Estructural 3-1	Hc	139.85	$ 10.21	$ 1,427.87
3.3	**ESCALERAS**				**$ 1,767.04**
3.1.1	Escalera Perfiles S894120	Und	16	$ 110.44	$ 1,767.04
	Perfiles S894120	ml	1150	$ 1.19	$ 1,368.50
	Conexiones	%(perfiles)	0.08	$ 1,370.61	$ 109.65
	Cuadrilla Estructural 1-1	Hc	64	$ 4.55	$ 291.20

Podemos comentar que la estructura en su mayoría está formada mediante perfiles de pequeño grosor con sus disímiles espesores en función de la necesidad del diseño y su posterior plano, como también, una sucesión de refuerzos que también constan de perfiles existentes en cada muro, trabajando de manera directa con la rigidez de la estructura, los valores de la cuadrilla se ha desglosado para este análisis de precios, estos valores se han determinado a partir de la información encontrada en la bibliografía nacional, como se puede evidenciar en la tabla 4.

> *"La fuerza laboral se muestra en el análisis de precios unitarios de acuerdo con la unidad de medición Hc/m2, y contrastando con la información de Dossier Informativo sobre steel framing de la empresa consultora RATIO:n:ING., si indican que el tiempo de construcción o montaje del sistema constructivo está directamente relacionado con la experiencia del equipo de montaje, pero 4 para el equipo de montaje, la firma consultora reportó los siguientes resultados"* (S. L, R., 2010):

- 20 m2 superficie/ día para estructura de paredes.
- 40 m2/día para forjados mixtos hormigón – acero.
- 18 m2/día para forjados de viga de acero.
- 20 m2/día para cubiertas a base de cerchas.
- 18 m2/día para cubiertas de viga de acero.

Una vez finalizado este análisis se pudo obtener que el costo total de la estructura para las 8 viviendas es de $ 22,809.34.

Estructura con hormigón armado

Como sabemos el sistema constructivo está apoyado en muros estructurales que contiene paredes de hormigón reforzados con acero estructural y mortero.

Por este motivo evaluaremos costos de materiales para este procedimiento.

Tabla 13. Costos de materiales estructura mampostería

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Concreto Grava Común 3000	m3	72.94
Concreto Grava Fina 3000	m3	72.94
Acero Refuerzo Figurado 60.000	kg	0.39
Alambre Negro Cal 18	kg	0.52
Placa Alveolar	m2	12.47
Bloque Arcilla Estructural 33x23x9	Und	0.21
Bloque Arcilla Estructural 33x23x12	Und	0.26
Mortero Grouting 125 kg/cm2	m3	66.58
Malla RAM	Kg	0.61
Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	49.39

Los costos de materiales están actualizados con base en los principales distribuidores de materiales en Quito y se obtuvieron los siguientes valores:

Tabla 14. Análisis de precios unitarios en estructura en sistema tradicional

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	**ESTRUCTURA**				**$ 13,376.59**
3.1	PLACAS AEREAS				**$ 8,130.93**
3.1.1	Placa Alveolar	m2	387.63	$ 16.18	$ 6,270.51
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	138.75	$ 0.39	$ 54.11
	Alambre Negro Cal 18	Kg	4.15	$ 0.52	$ 2.16
	Concreto Grava Fina 3000	m3	0.55	$ 72.60	$ 39.93
	Cuadrilla Estructura 1-3	Hc	173.66	$ 8.25	$ 1,432.70
	Placa Alveolar	Hc	382.08	$ 12.41	$ 4,741.61
3.1.2	Vigas Aéreas	m3	10.16	$ 138.44	$ 1,406.55
	Concreto Grava Común 3000	m3	10.66	$ 72.60	$ 773.92
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	134.61	$ 4.70	$ 632.67
3.1.3	Acero Refuerzo de Vigas	kg	1107	$ 0.41	$ 453.87
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	1107	$ 0.39	$ 431.73
	Alambre Negro Cal 18	Kg	33.21	$ 0.52	$ 17.27
3.2	**MUROS ESTRUCTURALES**				**$ 5,245.67**
3.2.1	Muro Estructural Bloque Arcilla e=9cm	m	280	$ 3.47	$ 971.60
	Bloque Arcilla Estructural 33x23x9	Und	10967	$ 0.21	$ 2,303.07
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	4.26	$ 49.16	$ 209.42
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	149.74	$ 4.47	$ 669.34
3.2.2	Muro Estructural Bloque Arcilla e=12cm	m2	1277.9	$ 6.47	$ 8,268.01
	Bloque Arcilla Estructural 33x23x12	Und	16913.3	$ 0.25	$ 4,228.33
	Bloque Arcilla Estructural 33x23x12 Medi	Und	1341.74	$ 0.18	$ 241.51
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	16.83	$ 49.16	$ 827.36
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	645	$ 4.47	$ 2,883.15
3.2.3	Grouting Dovelas	m	2972.8	$ 0.70	$ 2,080.96
	Mortero Grouting 125 kg/cm2	m3	16.87	$ 66.27	$ 1,117.97
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	206.38	$ 4.70	$ 969.99
3.2.4	Acero de Refuerzos Muros	kg	2059.15	$ 0.41	$ 844.25
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	2059.15	$ 0.39	$ 803.07
	Alambre Negro Cal 18	Kg	61.77	$ 0.52	$ 32.12
3.2.5	Malla RAM Muros	kg	1744	$ 0.61	$ 1,063.84
	Malla RAM	kg	1744	$ 0.61	$ 1,063.84
3.2.6	Viga Cinta 12 x20	m	37.97	$ 5.75	$ 218.33
	Concreto Grava Común 3000	m3	1	$ 72.60	$ 72.60
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	30.98	$ 4.70	$ 145.61
3.2.7	Acero de Refuerzo Viga Cinta	kg	162.65	$ 0.41	$ 66.69
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	kg	162.65	$ 0.39	$ 63.43
	Alambre Negro Cal 18	kg	4.88	$ 0.52	$ 2.54
3.3	**ESCALERAS**				**$ 2,457.28**
3.1.1	Escalera Maciza Tramo 3000 PSI	Und	16	$ 131.85	$ 2,109.60
	Concreto Grava Común 3000	m3	17.5	$ 3.05	$ 53.38
	Formaleta Metálica Entrepiso	m2	89.6	$ 1.39	$ 124.54
	Vibrador Concreto Eléctrico	Hr	20	$ 2.32	$ 46.40
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	142.18	$ 4.70	$ 668.25
3.3.2	Acero Refuerzo Escaleras	kg	848	$ 0.41	$ 347.68
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	kg	848	$ 0.39	$ 330.72
	Alambre Negro Cal 18	kg	25.44	$ 0.52	$ 13.23

En el apartado correspondiente al costo directo que representa la estructura realizada con el sistema tradicional (mampostería estructural), cuyo análisis llevado a cabo fue para las 8 viviendas nos da como resultado un costo total de $13,376.59.

5.1.3 Revestimientos y acabados.

Dentro de este rubro, podemos concluir que el nivel de detalle de este método constructivo comparado con el tradicional es enormemente rebasado. Revisando los ítems para el posterior análisis, desarrollamos un listado de materiales en función de la cotización con varios productores y suministradores.

Tabla 15. Costos de materiales, revestimiento y acabados

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22 ST 1/2 "	Und	3.51
Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22 ST 3/8 "	Und	3.51
Lamina en Fibrocemento 2.44 x 1.22 10 mm	Und	9.74
Lamina en Fibrocemento 2.44 x 1.22 17 mm	Und	19.01
Masilla	Gl	0.75
Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	48.04
Pintura Acrílica 100 Diluible Agua Mate	Gal	9.57

Adicional a esto se procedió a realizar un conteo de las cantidades de material para su posterior análisis de precios, se detallará a continuación

Tabla 16. Cantidades revestimientos y acabados

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Ubicación	Ítem	Unidad	Cantidad
Muros interiores	Revestimiento lamina Yeso 12.7 mm	m2	1842.57
Fachada	Cerramiento en Fibrocemento 10 mm	m2	528.24
Entrepisos	Revestimiento entrepiso Laminas Fibrocemento 14 mm	m2	382.08
Cielo rasos	Cielo raso en Laminas de Yeso Cartón 9.5 mm	m2	382.08

Tabla 17. Análisis de precios revestimiento y acabados por steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
4	REVESTIMIENTOS Y ACABADOS				$ 9,307.87
4.1	**MUROS INTERIORES**				**$ 5,573.21**
4.1.1	Revestimiento lamina Yeso 12.7	m2	1842.57	3.03	$ 5,573.21
	Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22	Und	644.9	3.8	$ 2,450.62
	Tornillería	%(lamina)	0.05	2453.08	$ 122.65
	Masilla	Gl	313.24	1.36	$ 426.01
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	589	4.37	$ 2,573.93
4.1.2	Vinilo 2 manos para interiores	m2	1842.57	0.69	$ 1,271.37
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	73.7	9.57	$ 705.31
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	128.96	4.37	$ 563.56
4.2	**MUROS EXTERIORES**				**$ 3,734.66**
4.2.1	Cerramiento en Fibrocemento 1	m2	528.24	6.38	$ 3,370.17
	Lamina en Fibrocemento 2.44 x	Und	176.08	13.57	$ 2,389.41
	Tornillería	%(lamina	0.05	2390.06	$ 119.50
	Masilla	Gl	89.8	1.36	$ 122.13
	Cuadrilla Acabados 1-1	hc	168.77	4.37	$ 737.52
4.2.2	Vinilo 2 manos para fachada	m2	528.24	0.69	$ 364.49
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	21.13	9.57	$ 202.21
	Cuadrilla Pintura 1-1	Hc	36.96	4.37	$ 161.52
4.3	**ENTREPISO**				**$ 4,080.61**
4.3.1	Revestimiento entrepiso Lamina	m2	382.08	7.65	$ 2,922.91
	Lamina en Fibrocemento 2.44 x	Und	127.36	19.01	$ 2,421.11
	Tornillería	%(lamina)	0.05	2420.83	$ 121.04
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	87.33	4.37	$ 381.63
4.3.2	Cielo raso en Laminas de Yeso C	m2	382.08	3.03	$ 1,157.70
	Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22	Und	133.73	3.8	$ 508.17
	Tornillería	%(lamina)	0.05	508.68	$ 25.43
	Masilla	Gl	64.95	1.36	$ 88.33
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	97.03	4.37	$ 424.02
4.4	**ESCALERAS**				**$ 484.20**
	Cerramiento fibrocemento 17m	m2	45	10.76	$ 484.20
	Lamina en Fibrocemento 2.44 x	Und	15	19.01	$ 285.15
	Tornillería	%(lamina)	0.05	285.12	$ 14.26
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	42.3	4.37	$ 184.85

Como resultado obtenemos un aproximado de $9,307.87 dólares de inversión en cuanto a acabados y revestimiento.

Mampostería estructural

A partir de las dimensiones que presenta el diseño arquitectónico del proyecto Acacias, se realizó un análisis cuantitativo y por consiguiente la estimación presupuestaria.

Tabla 18. Cuantía de recubrimientos y terminados - mampostería estructural

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Ubicación	Ítem	Unidad	Cantidad
Muros interiores	Pañete muros	m2	1842.57
Muros interiores	Estuco	m2	1842.57
Muros interiores	Filos y Dilataciones	m	343.08
Entrepisos	Resane Bajo Placa	m2	382.08
Entrepisos	Estuco	m2	382.08

Con base en las cantidades y costos de materiales que se muestran en la tabla 18, hemos realizado un análisis de precios para las 8 casas en la sección de pintura y acabado.

Tabla 19. Análisis presupuestario en revestimientos y terminados - mampostería estructural

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
4	REVESTIMIENTOS Y ACABADOS				$ 14,219.09
4.1	PANETES BAJO PLACA				**$ 1,556.82**
4.1.1	Resane Bajo Placa	m2	350	2.87	$ 1,003.82
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	8.5	69.51	$ 590.84
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	92.39	4.47	$ 412.98
4.1.2	Estuco	m2	350	0.88	$ 308.00
	Estuco Plástico	gl	58.33	2.36	$ 137.66
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	38.09	0.6	$ 22.85
4.1.3	Vinilo 2 manos para interiores	m2	350	0.7	$ 245.00
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	14	9.8	$ 137.20
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	24.5	4.47	$ 109.52
4.2	PANETES MUROS INTERNOS				**$ 10,664.67**
4.2.1	Filos y Dilataciones	m	343.08	6.38	$ 2,188.85
	Mortero Retardado 1500	m3	0.31	50.94	$ 15.79
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	42.29	4.48	$ 189.46
4.2.2	Pañete muros	m2	1842.57	3.01	$ 5,546.14
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	48.77	49.28	$ 2,403.39
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	699	4.48	$ 3,131.52
4.2.3	Estuco	m2	1842.57	0.88	$ 1,621.46
	Estuco Plástico	gl	307.1	2.37	$ 727.83
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	200.51	4.48	$ 898.28
4.2.4	Vinilo 2 manos para interiores	m2	1842.57	0.71	$ 1,308.22
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	73.7	9.82	$ 723.73
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	128.96	4.48	$ 577.74
4.3	PANETES MUROS EXTERNOS				**$ 1,997.60**
4.3.1	Pañete Muros exteriores Fachad	m2	528.24	0.88	$ 464.85
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	88.04	2.37	$ 208.65
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	57.48	4.48	$ 257.51
4.3.2	Estuco	m2	382.08	3.03	$ 1,157.70
	Estuco Plástico	gl	133.73	3.8	$ 508.17
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	0.05	508.68	$ 25.43
4.3.3	Vinilo 2 manos para fachada	m2	528.24	0.71	$ 375.05
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	21.13	9.82	$ 207.50
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	36.98	4.48	$ 165.67

Como se observa, la inversión que representa es de $14,219.09 para el conjunto de 8 casas.

5.1.4 Cubierta

Utilizando el método de construcción del steel framing, obtenemos una estructura principalmente de vigas de acero galvanizado, mientras que la albañilería es de acero perfilado N100, por lo que los dos métodos de construcción mantienen similares aspectos, por ejemplo, los canalones de PVC y las tejas de fibrocemento N10 y N8.

Entendiendo estas similitudes y complejidades haremos el respectivo análisis

Tabla 20. Análisis de precios unitarios - cubierta

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
5	**CUBIERTA**				**$ 4,007.06**
5.1	**ESTRUCTURA DE CUBIERTA**				**$ 859.24**
5.1.1	Cubierta Perfiles S894116	m2	212.24	35.58	$ 859.24
	Perfiles S894116	ml	300	2.04	$ 612.00
	Refuerzo Cubierta S894116	ml	24.01	2.04	$ 48.98
	Conexiones Cubierta	%	0.16	613.43	$ 98.15
	Tornillería	%	0.19	613.43	$ 98.15
	Cuadrilla Estructural 2-2	Hc	39.18	10.31	$ 1.96
5.2	**TIPO CUBIERTA**				**$ 2,359.25**
5.2.1	Placa Fibrocemento No. 10	Und	56	28.99	$ 1,623.44
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	224	0.15	$ 33.60
	Placa Ondulada Fibrocem No 10	Und	56	26.04	$ 1,458.24
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	30.24	4.37	$ 132.15
5.2.2	Placa Fibrocemento No. 8	Und	28	16.23	$ 735.81
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	196	0.15	$ 29.40
	Placa Ondulada Traslucida No8	Und	49	12.45	$ 610.05
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	22.05	4.37	$ 96.36
5.3	**SISTEMAS DE PROTECCION**				**$ 98.95**
5.3.1	Tapa Junta Horizontal Acero Galv Cal 14 d=20	m	11.6	8.53	$ 98.95
	Masilla Plástica Sello Traslapos	Kg	0.8	1.05	$ 0.84
	Cuadrilla Carpinterías 1-1	Hc	8.12	5.77	$ 46.85
	Flanche Acero Galv Cal 14 d=20cm	m	23.2	5.83	$ 135.26
5.4	**SISTEMAS DE DRENAJE**				**$ 689.62**
5.4.1	Canal PVC Trapezoidal	m	18.4	9.51	$ 174.98
	Canal PVC Trapezoidal	m	51.91	3.59	$ 186.36
	Soporte Canal Trap PVC	Und	138.1	1.04	$ 143.62
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	151.2	0.029	$ 4.38
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	18.54	5.32	$ 98.63
5.4.2	Bajante PVC Rectangular	m	56	9.19	$ 514.64
	Bajante PVC Rectangular	m	57.75	3.22	$ 185.96
	Soporte Metálico Bajante PVC	Und	157.5	0.92	$ 144.90
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	105	0.029	$ 3.05
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	15.67	5.32	$ 83.36

Este rubro marca un gasto evaluado en $4007,6

Albañilería principal

Tabla 21. Costos directos cubierta y mampostería

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
5	**CUBIERTA**				**$ 3,908.02**
5.1	**ESTRUCTURA DE CUBIERTA**				**$ 760.20**
5.1.1	Perfil Acero 100 x 40mm e= 2.50 mm	m	84	9.05	$ 760.20
	Perfil de Acero 100 x 40 mm e =2.50	m	84	5.28	$ 443.52
	Montaje Perfil en Acero	m	84	3.77	$ 316.68
5.2	**TIPO CUBIERTA**				**$ 2,359.25**
5.2.1	Placa Fibrocemento No. 10	Und	56	28.99	$ 1,623.44
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	224	0.15	$ 33.60
	Placa Ondulada Fibrocem No 10	Und	56	26.04	$ 1,458.24
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	30.24	4.37	$ 132.15
5.2.2	Placa Fibrocemento No. 8	Und	28	16.23	$ 735.81
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	196	0.15	$ 29.40
	Placa Ondulada Traslucida No8	Und	49	12.45	$ 610.05
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	22.05	4.37	$ 96.36
5.3	**SISTEMAS DE PROTECCION**				**$ 98.95**
5.3.1	Tapa Junta Horizontal Acero Galv Cal 14 d=20	m	11.6	8.53	$ 98.95
	Masilla Plástica Sello Traslapos	Kg	0.8	1.05	$ 0.84
	Cuadrilla Carpinterías 1-1	Hc	8.12	5.77	$ 46.85
	Flanche Acero Galv Cal 14 d=20cm	m	23.2	5.83	$ 135.26
5.4	**SISTEMAS DE DRENAJE**				**$ 689.62**
5.4.1	Canal PVC Trapezoidal	m	18.4	9.51	$ 174.98
	Canal PVC Trapezoidal	m	51.91	3.59	$ 186.36
	Soporte Canal Trap PVC	Und	138.1	1.04	$ 143.62
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	151.2	0.029	$ 4.38
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	18.54	5.32	$ 98.63
5.4.2	Bajante PVC Rectangular	m	56	9.19	$ 514.64
	Bajante PVC Rectangular	m	57.75	3.22	$ 185.96
	Soporte Metálico Bajante PVC	Und	157.5	0.92	$ 144.90
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	105	0.029	$ 3.05
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	15.67	5.32	$ 83.36

De acuerdo con lo que se muestra en la tabla 18, el valor correspondiente al apartado de costo directo para el proyecto analizado es de $3,908.02.

5.1.5 Análisis de resultados y comparación con el método tradicional

Al terminar el análisis de los diferentes rubros bajo las dos metodologías de construcción y con ello estimar los presupuestos de obra. Hemos resumido en la tabla siguiente los resultados y costos obtenidos bajos los dos sistemas constructivos y los principales aumentos o reducciones del sistema steel framing frente al sistema tradicional. Por último, se determinó que el sistema steel framing sería un 5% más costoso en lo que a costos directos se refiere y representaría un incremento de $3,249.90.

Tabla 22. Comparación de sistemas constructivos

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL TRADICIONAL	LIGHT STEEL FRAMING	AUMENTO/ REDUCCION	PORCENTAJE
EXCAVACIONES Y RELLENO	$ 227.59	$ 227.59	$ -	0%
CIMENTACION	$ 6,585.23	$ 5,214.56	$ -1,370.67	2%
ESTRUCTURA	$ 13,376.59	$ 22,809.34	$ 9,432.75	15%
REVESTIMIENTOS/ACABADOS MUROS	$ 14,219.09	$ 9,307.87	$ -4,911.22	8%
CUBIERTA	$ 3,908.02	$ 4,007.06	$ 99.04	0%
REDES INTERNAS ENERGIA/ TELF	$ 7,870.54	$ 7,870.54	$ -	0%
REDES INTERNAS DE AGUA	$ 4,930.23	$ 4,930.23	$ -	0%
REDES INTERNAS GAS	$ 577.41	$ 577.41	$ -	0%
ACABADO PISOS	$ 101.89	$ 101.89	$ -	0%
ENCHAPE MUROS	$ 665.23	$ 665.23	$ -	0%
CARPINTERIA MADERA	$ 324.85	$ 324.85	$ -	0%
CARPINTERIA METALICA	$ 1,636.73	$ 1,636.73	$ -	0%
SOLUCION EN VENTANAS	$ 2,139.74	$ 2,139.74	$ -	0%
DOTACION BANOS	$ 970.48	$ 970.48	$ -	0%
DOTACION COCINAS	$ 964.15	$ 964.15	$ -	0%
TOTAL	$ 58,497.77	$ 61,747.67	$ 3,249.90	5%

En la siguiente figura encontramos un gráfico donde podemos evidenciar que tan costoso resulta la ejecución de un rubro en diferentes métodos de construcción.

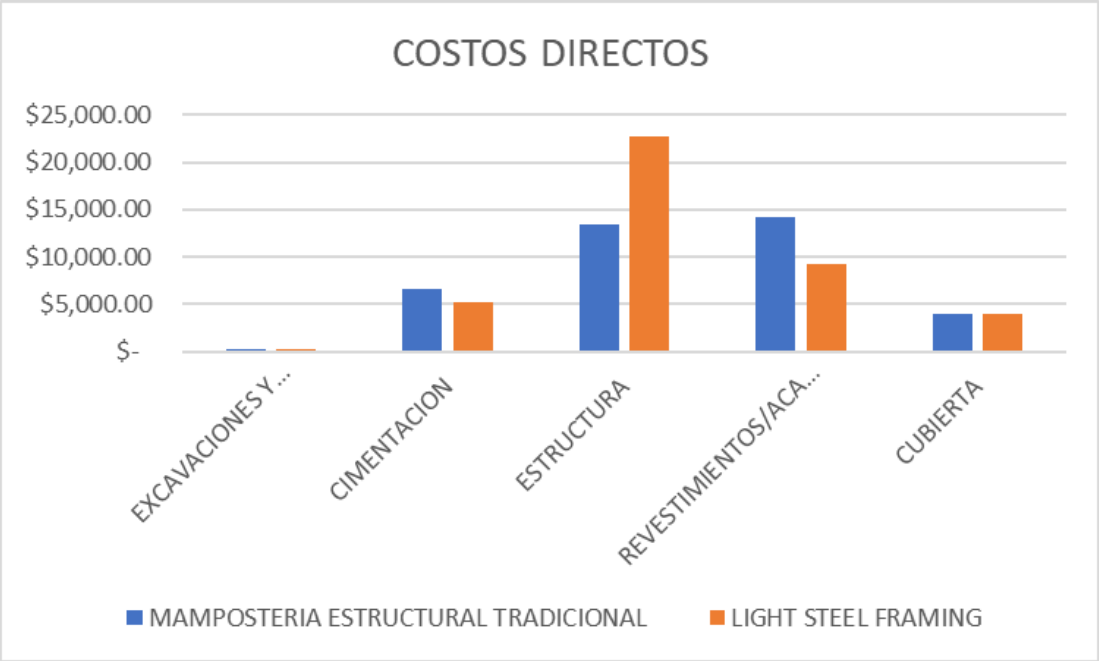


Ilustración 37. Costos directos

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Teniendo en cuenta los costos, a continuación, se puede evidenciar que solo en 5 rubros en el fondo vemos una reducción del 15% en los costos directos del sistema steel framing, mientras que en los otros 4 sobrantes el uso del sistema aumentará en un 2% en la cimentación, estructura 15% y revestimiento 8%.

Con estos datos, verificamos que al utilizar la construcción bajo el sistema de steel framing representa un 5% mayor al costo del sistema tradicional.

Costos indirectos

Los costos indirectos requeridos para la ejecución del proyecto son de la siguiente clase:

- Administración
- Gastos generales

A continuación, realizaré un desglose de los costos, los cuales tienen una relación directamente proporcional con la duración del proyecto, siendo el sistema steel framing el que presenta ventajas sobre estos valores, por lo que comentamos de inicio la optimización de tiempos en la etapa de la instalación.

He tomado una base estimativa para el cálculo de costos por administración que lo detallaremos a continuación.

Tabla 23. Costos indirectos por steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PERSONAL PARA ADMINISTRACION				$ 16,740.00
Director de Obra	mes	3.1	$ 1,800.00	$ 5,580.00
Residente de Obra	mes	3.1	$ 1,200.00	$ 3,720.00
Auxiliar Administrativo	mes	3.1	$ 800.00	$ 2,480.00
Maestro General	mes	3.1	$ 900.00	$ 2,790.00
Ayudante llavero	mes	3.1	$ 700.00	$ 2,170.00
CONSUMO SERVICIOS				$ 771.90
Consumo Energía	mes	3.1	$ 80.00	$ 248.00
Consumo Agua Potable	mes	3.1	$ 49.00	$ 151.90
Provisionales Sanitarias (Baños)	mes	3.1	$ 120.00	$ 372.00
COMUNICACIONES				$ 961.00
Monitoreo Alarma	mes	3.1	$ 250.00	$ 775.00
Teléfono Celular	mes	3.1	$ 60.00	$ 186.00
SERVICIOS DE APOYO				$ 3,332.50
Vigilancia Turnos 24 Horas	mes	3.1	$ 850.00	$ 2,635.00
Aseos Obra	mes	3.1	$ 225.00	$ 697.50
HERRAMIENTAS				$ 883.50
Herramienta Menor	mes	3.1	$ 285.00	$ 883.50
DOTACIONES				$ 1,007.50
Dotación Seguridad Industrial	mes	3.1	$ 325.00	$ 1,007.50

Con estos valores obtenemos los costes para administración y gastos generales, lo cual da un total de $16,740.00 para el proyecto del conjunto de 8 viviendas ejecutadas con este método de construcción steel framing.

5.2 Cronograma

Gestionaremos el tiempo en función del rendimiento de las personas y de las máquinas o herramientas utilizadas en la ejecución del proyecto. Para la programación descrita, debido a la falta de este tipo de proyectos en el entorno, se utilizaron resultados teóricos de la literatura, como se describe anteriormente, con base en la empresa consultora RATIO:n:ING Light Steel Framing Information Archive. (S. L, R., 2010), si el tiempo de ejecución o montaje especificado está directamente relacionado con la experiencia de los ejecutores, tendremos en cuenta los datos registrados por el equipo de montaje que se indican a continuación:

- 20 m2 superficie/ día para estructura de paredes.
- 40 m2/día para forjados mixtos hormigón – acero.
- 18 m2/día para forjados de viga de acero.
- 20 m2/día para cubiertas a base de cerchas.
- 18 m2/día para cubiertas de viga de acero.

En vista de estos datos, hemos realizado una ruta crítica por cada uno de los rubros donde se ve las fases a ejecutar en un orden determinado.

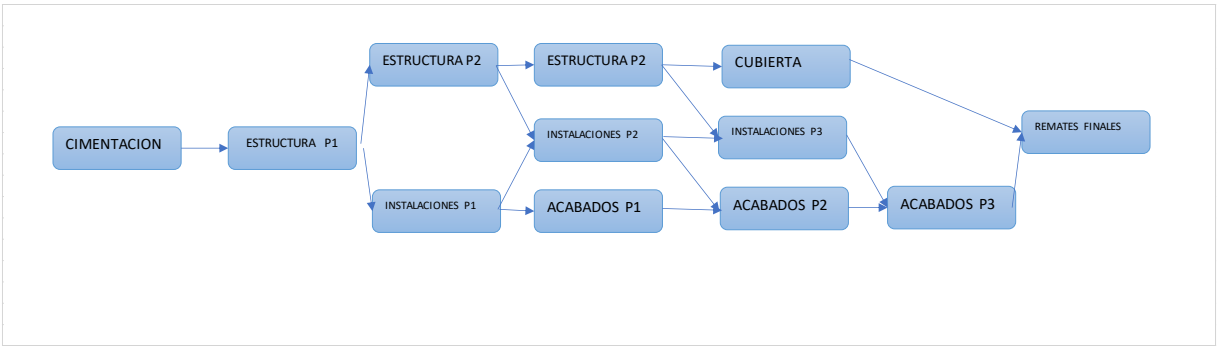


Ilustración 38. Ruta crítica del proyecto

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Con el fin de tener una buena gestión de tiempos y con eso una buena planificación en la construcción de las 8 viviendas basado en el método constructivo steel framing, tomando en cuenta que esta es una de las mejores características que diferencia de este método por sobre los demás.

Basados en nuestra ruta crítica donde se muestra el orden de cada fase de ejecución vamos a enumerar los rubros con su respectiva duración y las actividades que le pre restringen antes de su inicio.

Tabla 24. Duraciones de actividades y restricciones

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ACTIVIDAD	DURACION	ITEM	GRUPO	DURACION	CONDICIONES
Excavaciones vigas	2.68	1	Cim	8	
Armado de vigas	2.68				
Fundida de Cimentación	2.68				
Muros Primer Piso	14	2	Est piso 1	22	1
Entrepiso Nivel 1 + Escalera	8				
Muros Segundo Piso	13	3	Est piso 2	22	2
Entrepiso Nivel 2 + Escalera	9				
Muros Tercer Piso	15	4	Est piso 3	15	3
Cubierta	8	5	Cubierta	8	4
Instalaciones Redes Piso 1	1.3	6	Inst 1	1.3	2
Revestimientos (Muros + Cielo Raso) Nivel 1 + Pintura	14	7	Acab 1	14	6
Instalaciones Redes Nivel 2	1.3	8	Inst 2	1.3	3;6
Revestimientos (Muros + Entrepiso + Escaleras) Nivel 2	11	9	Acab 2	11	7;8
Instalaciones Redes Nivel 3	1.3	10	Inst 3	1.3	4;8
Revestimientos (Muros + Entrepiso)Nivel 3	11	11	Acab 3	11	10;9
Enchape baños	2	12	Remates	13	5;11
Ventanería	3				
Carpintería Metálica	2				
Aparatos Sanitarios	2				
Carpintería Madera	2				
Remates y Aseo Final	2				

Entendiendo la duración y los condicionamientos preexistentes para la ejecución de cada rubro, hemos creado una matriz donde se pueda evidenciar como quedará la planificación y el cronograma, por medio finalmente de un diagrama de Gantt.

Tabla 25. Matriz de duraciones y relaciones steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

		Cim	Est Piso 1	Est Piso 2	Est Piso 3	Cubierta	Inst. 1	Inst. 2	Inst. 3	Acab. 1	Acab. 2	Acab .3	Remates	
	Dur	8	22	22	15	8	1.5	1.5	1.5	14	11	11	13	T acu
Cim	8													0
Est Piso 1	22	x												8
Est Piso 2	22		x											30
Est Piso 3	15			x										52
Cubierta	8				x									67
Inst. 1	1.5													30
Inst. 2	1.5		x				x							52
Inst. 3	1.5			x				x						67
Acab. 1	14				x		x							31.5
Acab. 2	11							x		x				53.5
Acab .3	11								x		x			68.5
Remates	13					x						x		79.5
	Tacumulado	0	8	30	52	71.5	42	56	67	43.5	57.5	68.5	79.5	

Como tiempo de duración concluyente, se determinó que las 8 casas se ejecutarán en un tiempo aproximado de 92.5 días, equivalente a 3.1 meses, los resultados se podrán visualizar en el siguiente cronograma (diagrama Gantt).

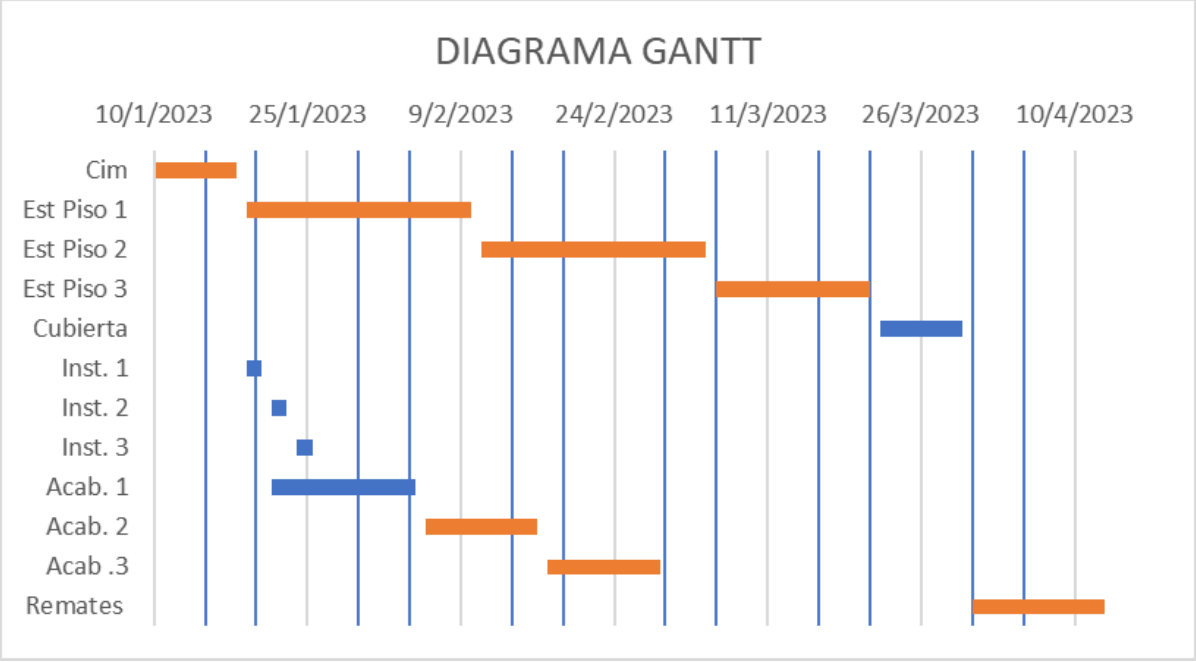


Ilustración 39. Diagrama Gantt del proyecto

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Capítulo 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al desarrollar esta investigación hemos llegado a concluir algunos puntos importantes y dentro de ese análisis, podemos concluir y dar algunas recomendaciones.

- Pese a que el sistema constructivo es relativamente nuevo dentro de nuestro continente y más aún en nuestro país, existe literatura y proyectos utilizando estos procesos en la región, como Colombia, Perú y sobre todo Chile que ya tienen un amplio desarrollo de la técnica y utilización del steel framing.

- El sistema steel framing es un método de construcción automatizado donde toda su ejecución se basa en el uso de perfiles estructurales de acero liviano, con el implemento de otros componentes como fijación, aislación, división y terminación.

- El peso propio de la estructura dentro del sistema del steel framing es más liviano comparado con otros métodos de construcción tradicional, esto hace que la cimentación tenga que ser menos trabajada, es decir, con una reducción en la estructura de cimentación. Este es un punto favorable para zonas que cuenten con un suelo de baja capacidad portante.

- El sistema del steel framing llega a ser muy competitivo para los otros sistemas de construcción, aun cuando se determinó mediante un análisis comparativo que los costos directos son altos comparados a la construcción tradicional, específicamente con un 5%, es decir con un total de $ 62,000.00 con un incremento del $ 3,249.00 por encima del costo total del método tradicional de construcción, al analizar los tiempos de ejecución se llegó a concluir que el sistema cumple de manera más acelerada los ciclos de ejecución, haciendo que haya mayor utilidad con respecto al sistema tradicional.

- Una de las recomendaciones que aportamos en función de esta investigación es que el poco uso y empleo de esta técnica de construcción, hace que no se masifique y no se conozca de mejor manera esta alternativa de construcción. Con esto el requerimiento de la materia prima y la poca fabricación de perfiles exclusivos para su uso, hace que los costos de material sean excesivamente elevados en comparación si tuviéramos un mayor conocimiento y empleo de esta técnica.

- En Ecuador existe muy poca literatura de proyectos y nula normativa que regularice su empleo sería importante llevar a cabo y adjuntar a nuestras normas técnicas la metodología del steel framing, y así más profesionales en esta área empiecen con la familiarización de esta novedosa metodología y bastante conveniente.

- Debido a que no existe normativa nacional para la aplicación de esta metodología de construcción, y a su poco o nulo uso en construcciones en nuestro país. En función de eso no se pueden establecer parámetros, márgenes ni indicadores con estadística y datos nacionales, es por ello, que recomiendo sustentar la investigación con data internacional como también hacer uso de normativa e indicadores de otros países como Chile o Argentina.

- El sistema constructivo steel framing nos brinda diferentes ventajas, como, por ejemplo, el uso optimizado de sus paneles en el ensamble estructural del proyecto, como también los tiempos de ejecución son inferiores en comparación con la metodología tradicional.

- El método steel framing también presenta algunas desventajas, por ejemplo, los costos para los insumos de este método ascienden en la comparativa de costos directos con el método tradicional, haciendo que el mismo no sea factible al momento de considerar suplantar o remplazar con el método de construcción existente. De la misma manera, la facilidad para conseguir estos insumos es inexistente, ya que sus paneles al no ser demandados en gran número para otros proyectos, hace que no exista un stock para el consumo nacional del mismo, tomando en cuenta aquello, la importación siempre presentará problemas a la hora de contar con los insumos correctos.

BIBLIOGRAFÍA

ACEDUR. (s.f.). ACEDUR CASAS DE ACERO. Obtenido de http://www.acedur.com/obra/tejas/15/

American Iron and steel Institute. (2010). AISI S110-07/S1-09(2012). In A. I. Institute, AISI STANDARD.

Barbieri. (17 de enero de 2019). barbieri. Obtenido de https://www.adbarbieri.com/blog/guia-de-introduccion-al-steel-framing

CAMICON. (2017). Revista de la cámara de la industria de la construcción. Quito. Carpio Toral, M.

Consulsteel. (2015). Manual de procedimiento construcción con acero liviano. Buenos Aires.

Comision Asesora Permanente para el Regimen de la Construcciones Simo Resistente. (2010). Reglamento Colombiano de Construccion Sismo Resistente NSR-10. Colombia.

CPE INEN 005-1. (2018). CODIGO ECUATORIANO DE LA CONSTRUCCION . Quito.

Dannemann, R. G. (2007). Alacero. Obtenido de Manual de Ingeniería de steel framing (Construcciones Entramadas de Acero): https://cms.alacero.org/uploads/manual_ingenieria_steel _framing_cc1026e19b.pdf

García Reyes, J., Echeverry Campos, D., & Mesa Hernández, H. (2013). Gerencia de proyectos. Aplicación a proyectos de construcción de edificaciones.

Guevara, E. (2018). Manual del acero para la Arquitectura. Barcelona.

Guerra A., M. (2013). Diseño de cimentaciones sismo resistentes utilizando SAFE. Quito: Proyectos Estructurales.

INEN. (2015). Perfiles abiertos de acero conformados en frío para uso estructural. Quito.

Insumasur . (15 de junio de 2021). Insumasur . Obtenido de Insumasur : https://insumasur.com/wp-content/uploads/2019/12/FICHAS-DE-PRODUCTO-PERFILES-STEEL -FRAMING.pdf

Masciottra Marina, G. S. (2002). Manual de procedimiento - Construcción Con steel framing. Obtenido de INTELLECTUM: http://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/5350

Mayorga, M. C. (2014). Contextualización del Light steel framing. Bogotá.

Ministerio de desarrollo urbano y vivienda. (2014). Norma Ecuatoriana de la Construcción. Quito.

Ortiz Naranjo, J. J. (2017). Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a ofrecer servicios de reparación de viviendas catalogadas como

recuperables en la privicincia de Manabí, usando la tecnología de construcción steel framing. UIO.

S. L, R. (2010). DOSSIER INFORMATIVO: SISTEMA CONSTRUCTIVO [RATIO] STEEL FRAMING. Obtenido de http://ratio-n-ing.com/Dossier-steel-framing-RATIO.pdf

Sarmanho, A. &. (2007). steel framing: Arquitectura. steel framing: Arquitectura. Retrieved. Obtenido de Arquitectura. steel framing: http://www.construccionenacero.com/Articulos

P. (2014). Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo steel framing. Cuenca.

Peña Ramos, C. E. (2000). Diseño basico de perfiles laminados en frio. Ciudad de Mexico.

Toribio, Y. M. (2013). APLICABILIDAD DEL SISTEMA STEEL-FRAMING EN VIVIENDAS ECONÓMICAS DE REPÚBLICA DOMINICANA. Barcelona.

ANEXOS

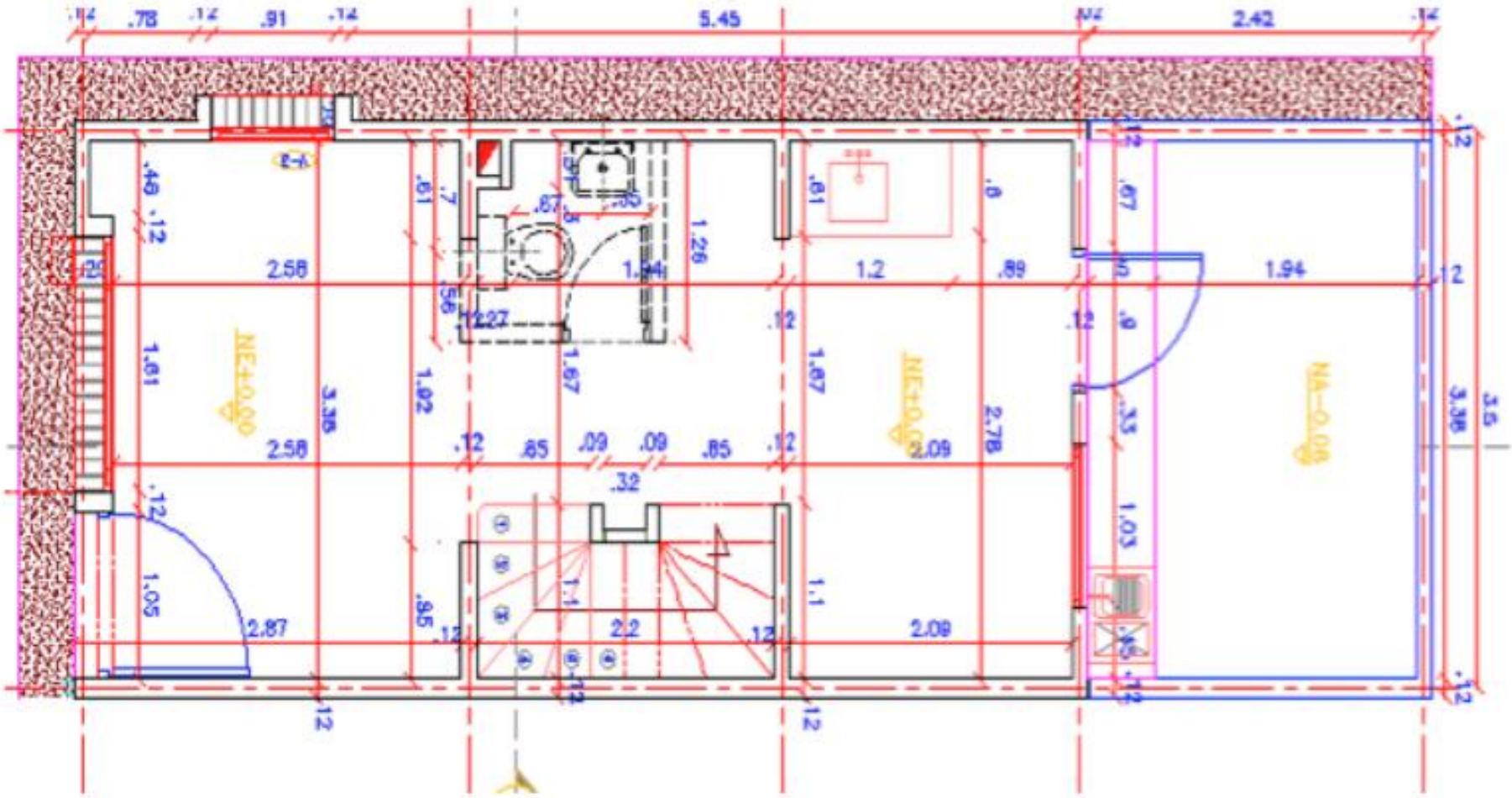


Ilustración 30. Plano arquitectónico del proyecto

Fuente: Proyecto "Acacias"

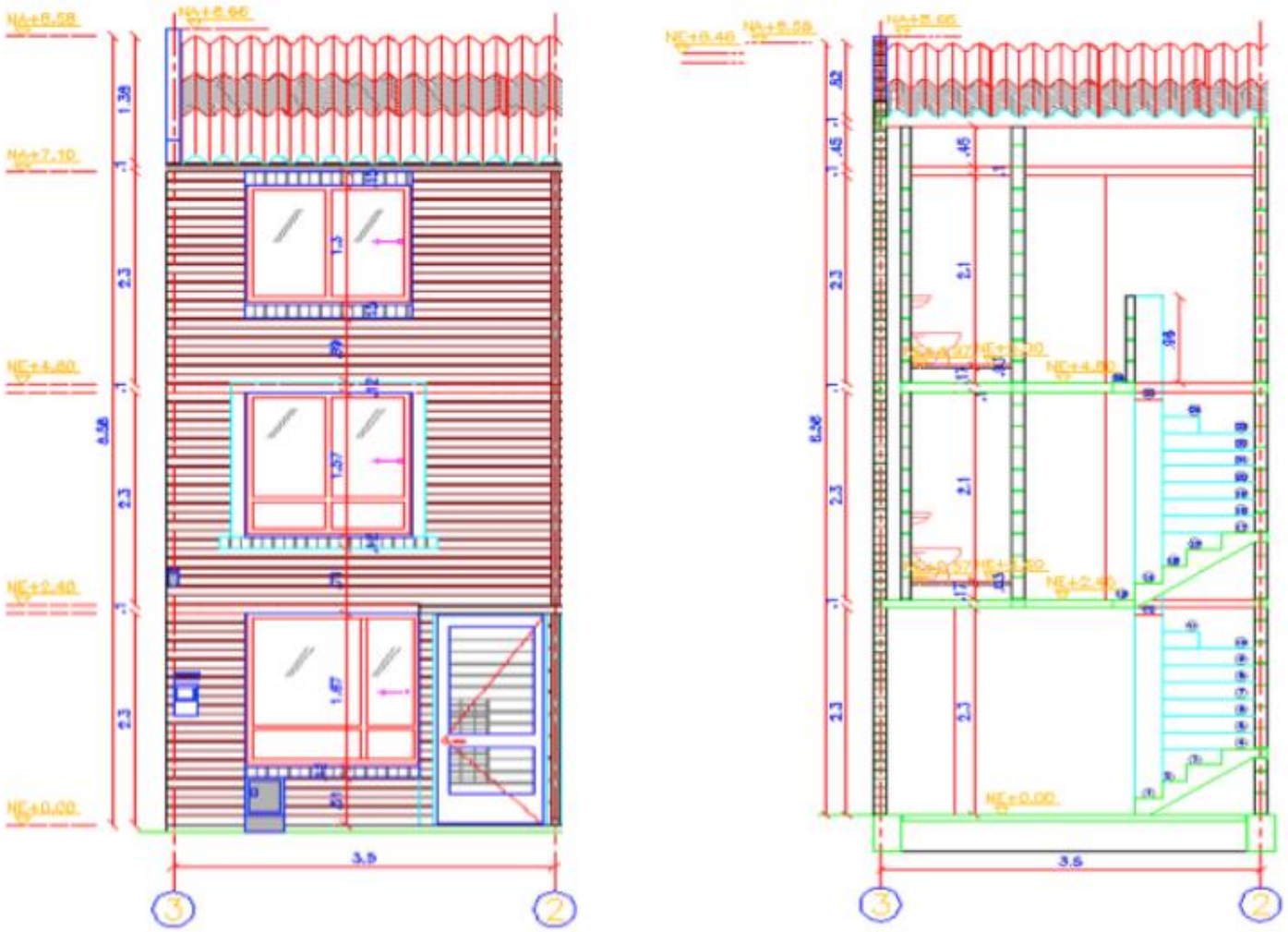


Ilustración 31. Corte del plano arquitectónico del proyecto

Fuente: Proyecto "Acacias"

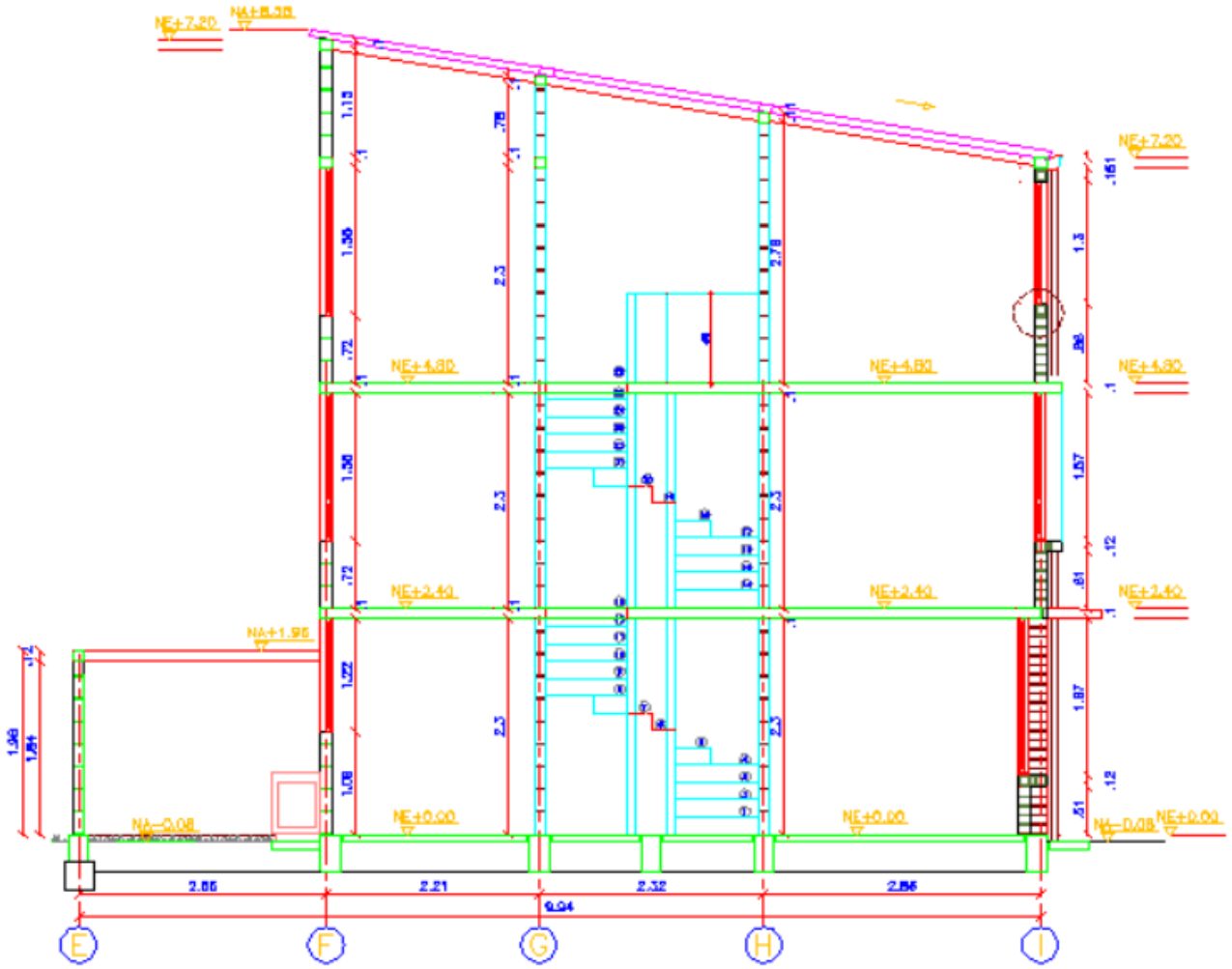


Ilustración 32. Corte transversal del proyecto

Fuente: Proyecto "Acacias"

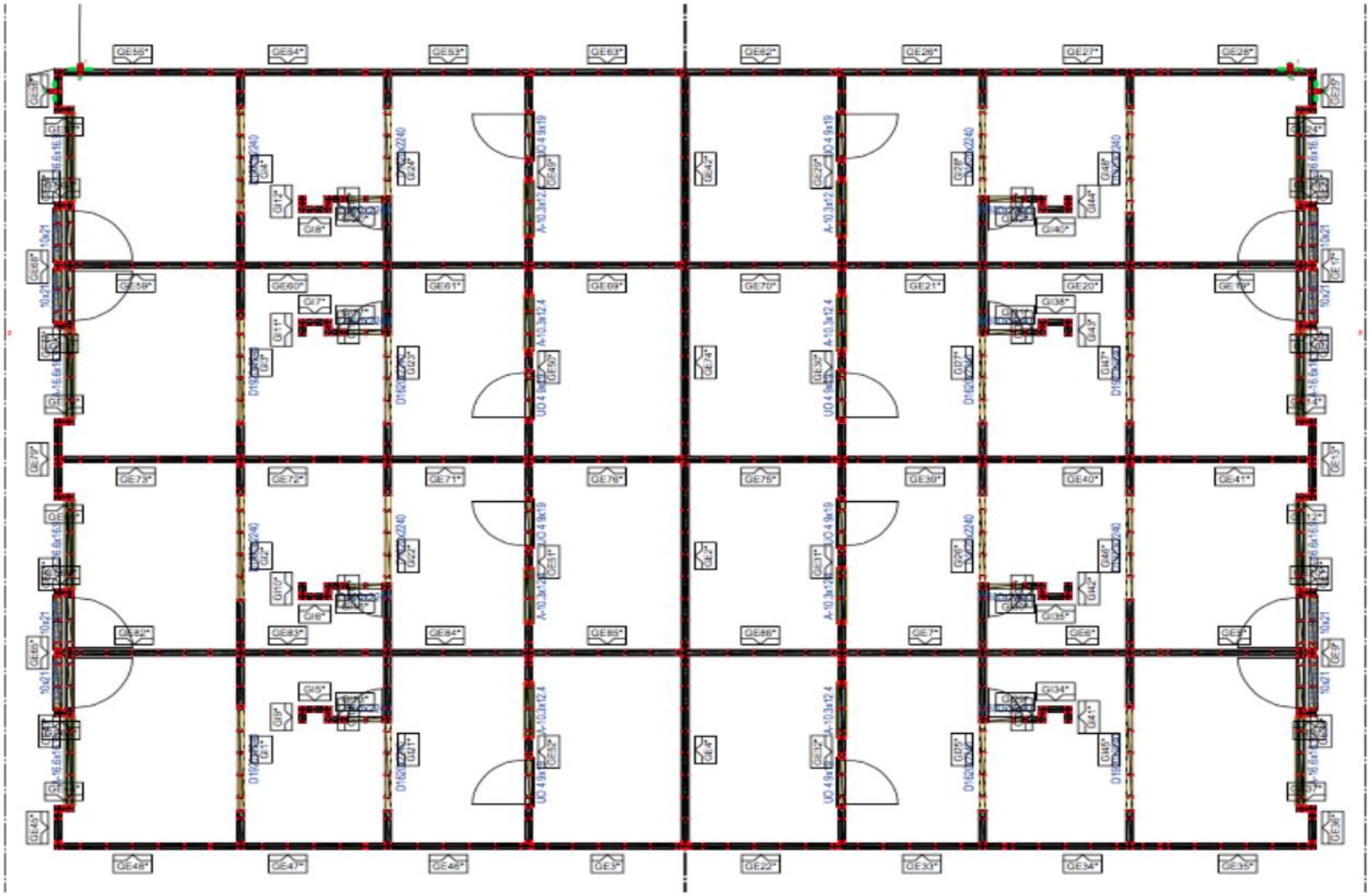


Ilustración 34. Planta nivel 1 modelo steel framing

Fuente: Proyecto "Acacias"

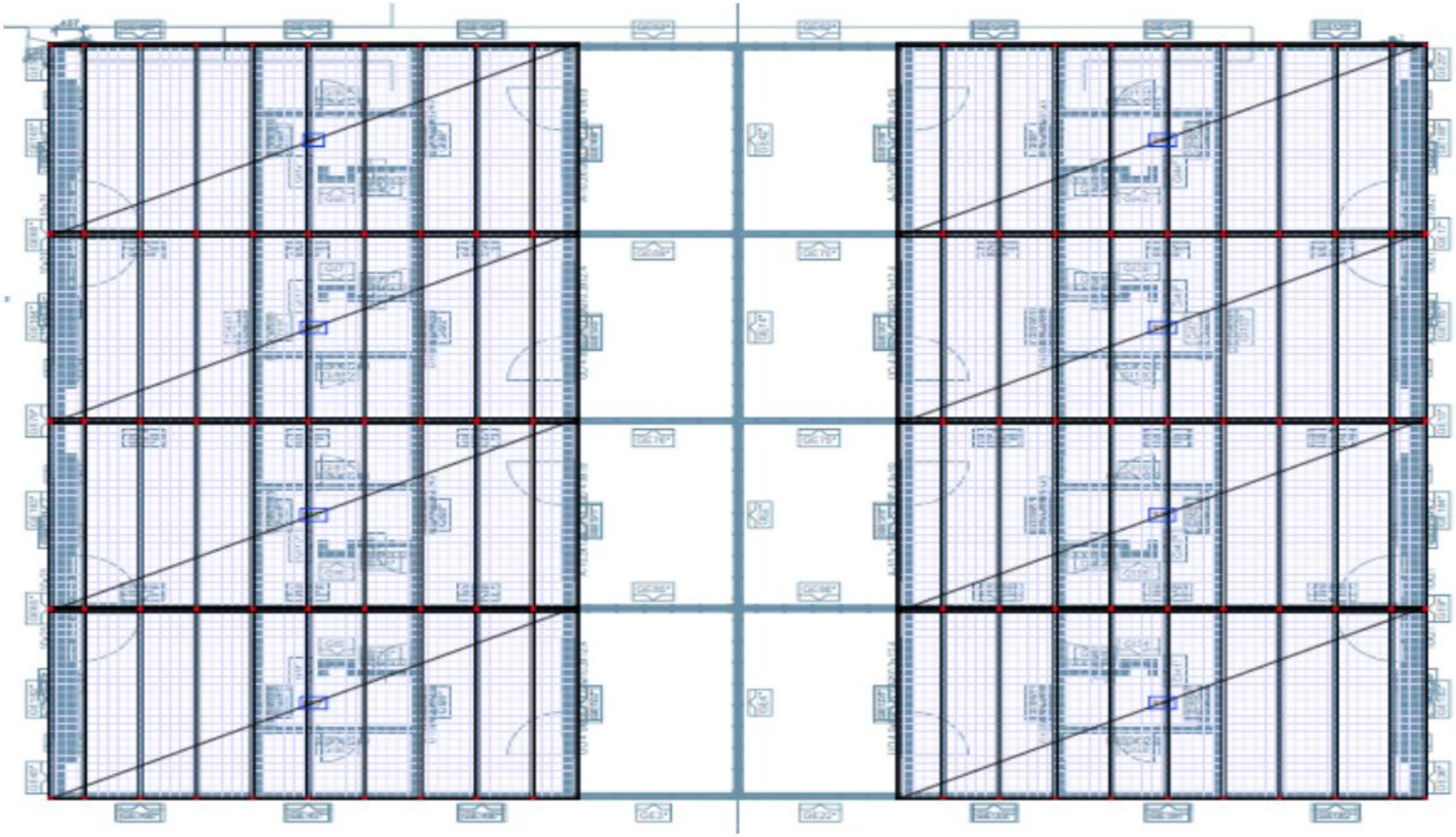


Ilustración 35. Planta cubierta modelo steel framing

Fuente: Proyecto "Acacias"

Tabla 4. Análisis de peso total de la estructura steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	PERFIL	PERFIL ML	PESO KG/ML	PESO TOTAL
Muros primer piso	s894116	493	2.14	1055.02
Muros primer piso	s894118	2486	1.71	4251.06
Refuerzos primer piso	s894116	39.44	2.14	84.4016
				0
muros segundo piso	s894118	2474	1.71	4230.54
refuerzos segundo piso	s894118	197.92	1.71	338.4432
				0
Muros tercer piso	s894118	2719	1.71	4649.49
Refuerzos tercer piso	s894118	217.52	1.71	371.9592
				0
Entrepiso 2do piso	S1504118	1296	2.39	3097.44
Refuerzos entrepiso 2	S1504118	103.68	2.39	247.7952
				0
Entrepiso tercer piso	S1504118	1296	2.39	3097.44
Refuerzos entrepiso 3	S1504118	103.68	2.39	247.7952
				0
Cubierta	s894116	300	2.14	642
Refuerzos cubierta	s894116	24	2.14	51.36
				0
Escalera 1 a 2do piso	s894120	575	1.21	695.75
Escalera 2 a 3er piso	s894120	575	1.21	695.75
TOTAL PESO ESTRUCTURA (KG)				23756.24
TOTAL PESO ESTRUCTURA (KG/M2)				34.94

Tabla 5. Reajuste de precios

Fuente: Contraloría General del Estado, 2022

REAJUSTE DE PRECIOS
SALARIOS MÍNIMOS POR LEY

CATEGORÍAS OCUPACIONALES	SUELDO UNIFICADO	DÉCIMO TERCER	DÉCIMO CUARTO	TRANS-PORTE	APORTE PATRONAL	FONDO RESERVA	TOTAL ANUAL	JORNAL REAL	COSTO HORARIO
REMUNERACIÓN BÁSICA UNIFICADA MÍNIMA	425,00								
CONSTRUCCIÓN Y SERVICIOS TÉCNICOS Y ARQUITECTÓNICOS									
ESTRUCTURA OCUPACIONAL E2									
Peón	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de albañil	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de carpintero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de electricista	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de fierrero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
Ayudante de plomero	436,05	436,05	425,00		635,76	436,05	7.165,46	30,62	3,83
ESTRUCTURA OCUPACIONAL D2									
Ayudante de maquinaria	448,68	448,68	425,00		654,18	448,68	7.360,70	31,46	3,93
Albañil	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Operador de equipo liviano	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Pintor	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Pintor de exteriores	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Pintor empapelador	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Fierrero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Carpintero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Encofrador o carpintero de ribera	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Plomero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Electricista o instalador de revestimiento en general	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Ayudante de perforador	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Cadenero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Mampostero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Enlucidor	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Hojalatero	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Técnico liniero eléctrico	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Técnico en montaje de subestaciones	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Técnico electromecánico de construcción	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Obrero especializado en la elaboración de prefabricados de hormigón	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
Parqueteros y colocadores de pisos	441,73	441,73	425,00		644,04	441,73	7.253,26	31,00	3,87
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C1									
Maestro eléctrico/liniero/subestaciones	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Maestro mayor en ejecución de obras civiles	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
Maestro soldador especializado (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
ESTRUCTURA OCUPACIONAL C2									
Operador de perforador (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Perfilero (En Construcción)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en albañilería	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Técnico en obras civiles	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09
Maestro de obra	467,45	467,45	425,00		681,54	467,45	7.650,84	32,70	4,09
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B3									
Inspector de obra	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
Supervisor eléctrico general	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
Supervisor sanitario general	493,34	493,34	425,00		719,29	493,34	8.051,05	34,41	4,30
ESTRUCTURA OCUPACIONAL B1									
Ingeniero Eléctrico	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
Ingeniero Civil (Estructural, Hidráulico y Vial)	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
Residente de Obra	494,61	494,61	425,00		721,14	494,61	8.070,68	34,49	4,31
LABORATORIO									
Laboratorista (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
TOPOGRAFÍA									
Topógrafo (En Construcción - Estr.Oc.C1)	492,49	492,49	425,00		718,05	492,49	8.037,91	34,35	4,29
DIBUJANTES									
Dibujante (En Construcción - Estr.Oc.C2)	467,44	467,44	425,00		681,53	467,44	7.650,69	32,70	4,09

Tabla 6. Cuadrillas para análisis de precios

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	CUADRILLA	INTEGRANTES	CANTIDAD	SALARIO DIARIO	SALARIO PARCIAL	SALARIO CUADRILLA	HORA CUADRILLA
1	Cuadrilla de Estructura Tipo 1	Oficial de Estructuras	1	$ 23.50	$ 23.50	$ 43.50	$ 5.44
		Ayudante de Estructuras	1	$ 20.00	$ 20.00		
2	Cuadrilla de Estructura Tipo 2	Oficial de Estructuras	2	$ 23.50	$ 47.00	$ 87.00	$ 10.88
		Ayudante de Estructuras	2	$ 20.00	$ 40.00		
3	Cuadrilla de Estructura Tipo 3	Oficial de Estructuras	1	$ 23.50	$ 23.50	$ 83.50	$ 10.44
		Ayudante de Estructuras	3	$ 20.00	$ 60.00		
4	Cuadrilla de Estructura Tipo 4	Oficial de Obra Negra	1	$ 22.50	$ 22.50	$ 42.50	$ 5.31
		Ayudante de Obra Negra	1	$ 20.00	$ 20.00		
5	Cuadrilla de Estructura Tipo 5	Oficial de Obra Negra	1	$ 22.50	$ 22.50	$ 42.50	$ 5.31
		Ayudante de Obra Negra	1	$ 20.00	$ 20.00		

Tabla 7. Costos de materiales - cimentación

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Hormigon 210 kg/cm2	m3	97.71
Hormigon 140 kg/ cm2	m3	75.54
ACERO FIGURADO No. 4 (Ø 1/2") F'y= 420 Mpa	kg	0.43

Tabla 8. Análisis de precios de cimentación por steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
2	CIMENTACION				$ 5,214.56
2.1	VIGAS ZAPATAS				$ 3,168.46
2.1.1	Viga Amarre 0.25 x 0.25 m	m	269.64	$ 7.80	$ 2,346.70
	Concreto Grava Común 210	m3	16.85	$ 81.45	$ 1,372.43
	Vibrador Concreto Eléctrico	hr	182.75	$ 1.26	$ 230.27
	Cuadrilla Estructura 1-1	hc	150	$ 4.96	$ 744.00
2.1.2	Acero Refuerzo Vigas Amar	kg	1918	$ 0.43	$ 821.76
	Acero Refuerzo Figurado 60	kg	1918	$ 0.41	$ 786.38
	Alambre Negro Cal 18	kg	64.33	$ 0.55	$ 35.38
2.2	PLACAS MACIZAS				$ 2,046.10
2.2.1	Placa Contra piso Concreto 2000 e: 6cm	m2	278.76	$ 7.34	$ 2,046.10
	Concreto Grava Común 180	m3	17.56	$ 72.59	$ 1,274.68
	Cuadrilla Estructura 1-3	hc	118.79	$ 8.71	$ 1,034.66

Tabla 9. Excavaciones del proyecto

Fuente: Hugo Usamá, 2022

1	EXCAVACIONES Y RELLENO				$ 6,812.82
1.1	EXCAVACIONES				$ 227.59
1.1.1	Excavación Manual de Vigas	m	269.64	$ 0.84	$ 227.59
	Ayudante Obra Negra	Hr	132.32	$ 1.72	$ 227.59
2	CIMENTACION				$ 6,585.23
2.1	VIGAS ZAPATAS				$ 4,486.17
2.1.1	Viga Amarre dimensiones Variable	m	269.64	$ 7.95	$ 3,291.00
	Concreto Grava Común 3000	m3	23.8	$ 92.94	$ 2,211.97
	Vibrador Concreto Eléctrico	Hr	182.75	0.47	$ 85.89
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	210.41	4.72	$ 993.14
2.1.2	Acero Refuerzo Vigas Amarre	kg	1960	0.44	$ 1,195.17
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	1691.28	0.68	$ 1,150.07
	Alambre Negro Cal 18	Kg	2255.04	0.02	$ 45.10
2.2	PLACAS MACIZAS				$ 2,099.06
2.2.1	Placa Contra piso Concreto 2000 e: 6	m2	278.76	7.53	$ 2,099.06
	Concreto Grava Común 2000	m3	17.56	63.46	$ 1,114.36
	Cuadrilla Estructura 1-3	Hc	118.79	8.29	$ 984.77

Tabla 10. Costos de materiales - estructura

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Perfiles S894116	ml	2.04
Perfiles S894118	ml	1.63
Perfiles S894120	ml	1.19
Perfiles S1504118	ml	2.16

Tabla 11. Cantidades en la estructura en steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	PERFIL	PERFIL ML
Muros primer piso	s894116	493
Muros primer piso	s894118	2486
Refuerzos primer piso	s894116	39.44
muros segundo piso	s894118	2474
refuerzos segundo piso	s894118	197.92
Muros tercer piso	s894118	2719
Refuerzos tercer piso	s894118	217.52
Entrepiso 2do piso	S1504118	1296
Refuerzos entrepiso 2	S1504118	103.68
Entrepiso tercer piso	S1504118	1296
Refuerzos entrepiso 3	S1504118	103.68
Cubierta	s894116	300
Refuerzos cubierta	s894116	24
Escalera 1 a 2do piso	s894120	575
Escalera 2 a 3er piso	s894120	575

Tabla 12. Análisis de precios por estructura en método steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	**ESTRUCTURA**				**$ 22,809.34**
3.1	**ENTREPISOS**				**$ 8,074.21**
3.1.1	Entrepiso Perfiles S1504118	m2	387.63	$ 20.83	$ 8,074.21
	Perfiles S1504118	ml	2592	$ 2.16	$ 5,598.72
	Refuerzo de Entrepiso Perfiles S1504118	ml	207.36	$ 2.16	$ 447.90
	Conexiones	%	0.09	$ 5,601.83	$ 504.16
	Tornillería	%	0.06	$ 5,601.83	$ 336.11
	Cuadrilla Estructural 3-1	hc	116.29	$ 10.21	$ 1,187.32
3.2	**MUROS ESTRUCTURALES**				**$ 14,735.12**
3.2.1	Muros Primer Piso Perfiles S894116	m2	107.23	$ 15.77	$ 1,691.02
	Perfiles S894116	ml	493	$ 2.03	$ 1,000.79
	Refuerzos Perfiles S894116	ml	39.44	$ 2.03	$ 80.06
	Conexiones Muros Primer Piso	%(perfiles)	0.01	$ 998.88	$ 9.99
	Anclajes Sísmico Primer Piso	%(perfiles)	0.2	$ 998.88	$ 199.78
	Tornillería	%(perfiles)	0.07	$ 998.88	$ 69.92
	Cuadrilla Estructural 3-1	hc	32.17	$ 10.21	$ 328.46
3.2.2	Muros Primer Piso Perfiles S894118	m2	301.37	$ 19.95	$ 6,012.33
	Perfiles S894118	ml	2486	$ 1.62	$ 4,027.32
	Conexiones Muros Primer Piso	%(perfiles)	0.02	$ 4,029.56	$ 80.59
	Anclajes Sísmico Primer Piso	%(perfiles)	0.24	$ 4,029.56	$ 967.09
	Cuadrilla Estructural 3-1	Hc	90.41	$ 10.21	$ 923.09
3.2.3	Muros Segundo Piso Perfiles S894118	m2	392.88	$ 15.64	$ 6,144.64
	Perfiles S894118	ml	2474	$ 1.62	$ 4,007.88
	Refuerzos Perfiles S894118	ml	197.92	$ 1.62	$ 320.63
	Conexiones Muros Segundo Piso	ɔ %(perfiles	0.09	$ 4,010.10	$ 360.91
	Tornillería	%(perfiles)	0.07	$ 4,010.10	$ 280.71
	Cuadrilla Estructural 3-1	Hc	117.86	$ 10.21	$ 1,203.35
3.2.4	Muros Tercer Piso Perfiles S894118	m2	466.18	$ 14.80	$ 6,899.46
	Perfiles S894118	ml	2719	$ 1.62	$ 4,404.78
	Refuerzos Perfiles S894118	ml	217.52	$ 1.62	$ 352.38
	Conexiones Muros Tercer Piso	%(perfiles)	0.09	$ 4,407.22	$ 396.65
	Tornillería	%(perfiles)	0.07	$ 4,407.22	$ 308.51
	Cuadrilla Estructural 3-1	Hc	139.85	$ 10.21	$ 1,427.87
3.3	**ESCALERAS**				**$ 1,767.04**
3.1.1	Escalera Perfiles S894120	Und	16	$ 110.44	$ 1,767.04
	Perfiles S894120	ml	1150	$ 1.19	$ 1,368.50
	Conexiones	%(perfiles)	0.08	$ 1,370.61	$ 109.65
	Cuadrilla Estructural 1-1	Hc	64	$ 4.55	$ 291.20

Tabla 13. Costos de materiales estructura mampostería

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Concreto Grava Común 3000	m3	72.94
Concreto Grava Fina 3000	m3	72.94
Acero Refuerzo Figurado 60.000	kg	0.39
Alambre Negro Cal 18	kg	0.52
Placa Alveolar	m2	12.47
Bloque Arcilla Estructural 33x23x9	Und	0.21
Bloque Arcilla Estructural 33x23x12	Und	0.26
Mortero Grouting 125 kg/cm2	m3	66.58
Malla RAM	Kg	0.61
Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	49.39

Tabla 14. Análisis de precios unitarios en estructura en sistema tradicional

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
3	**ESTRUCTURA**				**$ 13,376.59**
3.1	PLACAS AEREAS				**$ 8,130.93**
3.1.1	Placa Alveolar	m2	387.63	$ 16.18	$ 6,270.51
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	138.75	$ 0.39	$ 54.11
	Alambre Negro Cal 18	Kg	4.15	$ 0.52	$ 2.16
	Concreto Grava Fina 3000	m3	0.55	$ 72.60	$ 39.93
	Cuadrilla Estructura 1-3	Hc	173.66	$ 8.25	$ 1,432.70
	Placa Alveolar	Hc	382.08	$ 12.41	$ 4,741.61
3.1.2	Vigas Aéreas	m3	10.16	$ 138.44	$ 1,406.55
	Concreto Grava Común 3000	m3	10.66	$ 72.60	$ 773.92
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	134.61	$ 4.70	$ 632.67
3.1.3	Acero Refuerzo de Vigas	kg	1107	$ 0.41	$ 453.87
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	1107	$ 0.39	$ 431.73
	Alambre Negro Cal 18	Kg	33.21	$ 0.52	$ 17.27
3.2	**MUROS ESTRUCTURALES**				**$ 5,245.67**
3.2.1	Muro Estructural Bloque Arcilla e=9cm	m	280	$ 3.47	$ 971.60
	Bloque Arcilla Estructural 33x23x9	Und	10967	$ 0.21	$ 2,303.07
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	4.26	$ 49.16	$ 209.42
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	149.74	$ 4.47	$ 669.34
3.2.2	Muro Estructural Bloque Arcilla e=12cm	m2	1277.9	$ 6.47	$ 8,268.01
	Bloque Arcilla Estructural 33x23x12	Und	16913.3	$ 0.25	$ 4,228.33
	Bloque Arcilla Estructural 33x23x12 Medi	Und	1341.74	$ 0.18	$ 241.51
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	16.83	$ 49.16	$ 827.36
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	645	$ 4.47	$ 2,883.15
3.2.3	Grouting Dovelas	m	2972.8	$ 0.70	$ 2,080.96
	Mortero Grouting 125 kg/cm2	m3	16.87	$ 66.27	$ 1,117.97
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	206.38	$ 4.70	$ 969.99
3.2.4	Acero de Refuerzos Muros	kg	2059.15	$ 0.41	$ 844.25
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	Kg	2059.15	$ 0.39	$ 803.07
	Alambre Negro Cal 18	Kg	61.77	$ 0.52	$ 32.12
3.2.5	Malla RAM Muros	kg	1744	$ 0.61	$ 1,063.84
	Malla RAM	kg	1744	$ 0.61	$ 1,063.84
3.2.6	Viga Cinta 12 x20	m	37.97	$ 5.75	$ 218.33
	Concreto Grava Común 3000	m3	1	$ 72.60	$ 72.60
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	30.98	$ 4.70	$ 145.61
3.2.7	Acero de Refuerzo Viga Cinta	kg	162.65	$ 0.41	$ 66.69
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	kg	162.65	$ 0.39	$ 63.43
	Alambre Negro Cal 18	kg	4.88	$ 0.52	$ 2.54
3.3	**ESCALERAS**				**$ 2,457.28**
3.1.1	Escalera Maciza Tramo 3000 PSI	Und	16	$ 131.85	$ 2,109.60
	Concreto Grava Común 3000	m3	17.5	$ 3.05	$ 53.38
	Formaleta Metálica Entrepiso	m2	89.6	$ 1.39	$ 124.54
	Vibrador Concreto Eléctrico	Hr	20	$ 2.32	$ 46.40
	Cuadrilla Estructura 1-1	Hc	142.18	$ 4.70	$ 668.25
3.3.2	Acero Refuerzo Escaleras	kg	848	$ 0.41	$ 347.68
	Acero Refuerzo Figurado 60.000	kg	848	$ 0.39	$ 330.72
	Alambre Negro Cal 18	kg	25.44	$ 0.52	$ 13.23

Tabla 15. Costos de materiales, revestimiento y acabados

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR UNITARIO
Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22 ST 1/2 "	Und	3.51
Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22 ST 3/8 "	Und	3.51
Lamina en Fibrocemento 2.44 x 1.22 10 mm	Und	9.74
Lamina en Fibrocemento 2.44 x 1.22 17 mm	Und	19.01
Masilla	Gl	0.75
Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	48.04
Pintura Acrílica 100 Diluible Agua Mate	Gal	9.57

Tabla 16. Cantidades revestimientos y acabados

Fuente: Hugo Usamá

Ubicación	Ítem	Unidad	Cantidad
Muros interiores	Revestimiento lamina Yeso 12.7 mm	m2	1842.57
Fachada	Cerramiento en Fibrocemento 10 mm	m2	528.24
Entrepisos	Revestimiento entrepiso Laminas Fibrocemento 14 mm	m2	382.08
Cielo rasos	Cielo raso en Laminas de Yeso Cartón 9.5 mm	m2	382.08

Tabla 17. Análisis de precios revestimiento y acabados por steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
4	REVESTIMIENTOS Y ACABADOS				$ 9,307.87
4.1	**MUROS INTERIORES**				**$ 5,573.21**
4.1.1	Revestimiento lamina Yeso 12.7	m2	1842.57	3.03	$ 5,573.21
	Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22	Und	644.9	3.8	$ 2,450.62
	Tornillería	%(lamina)	0.05	2453.08	$ 122.65
	Masilla	Gl	313.24	1.36	$ 426.01
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	589	4.37	$ 2,573.93
4.1.2	Vinilo 2 manos para interiores	m2	1842.57	0.69	$ 1,271.37
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	73.7	9.57	$ 705.31
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	128.96	4.37	$ 563.56
4.2	**MUROS EXTERIORES**				**$ 3,734.66**
4.2.1	Cerramiento en Fibrocemento 1	m2	528.24	6.38	$ 3,370.17
	Lamina en Fibrocemento 2.44 x	Und	176.08	13.57	$ 2,389.41
	Tornillería	%(lamina	0.05	2390.06	$ 119.50
	Masilla	Gl	89.8	1.36	$ 122.13
	Cuadrilla Acabados 1-1	hc	168.77	4.37	$ 737.52
4.2.2	Vinilo 2 manos para fachada	m2	528.24	0.69	$ 364.49
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	21.13	9.57	$ 202.21
	Cuadrilla Pintura 1-1	Hc	36.96	4.37	$ 161.52
4.3	**ENTREPISO**				**$ 4,080.61**
4.3.1	Revestimiento entrepiso Lamina	m2	382.08	7.65	$ 2,922.91
	Lamina en Fibrocemento 2.44 x	Und	127.36	19.01	$ 2,421.11
	Tornillería	%(lamina)	0.05	2420.83	$ 121.04
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	87.33	4.37	$ 381.63
4.3.2	Cielo raso en Laminas de Yeso C	m2	382.08	3.03	$ 1,157.70
	Lamina Yeso Cartón 2.44 x 1.22	Und	133.73	3.8	$ 508.17
	Tornillería	%(lamina)	0.05	508.68	$ 25.43
	Masilla	Gl	64.95	1.36	$ 88.33
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	97.03	4.37	$ 424.02
4.4	**ESCALERAS**				**$ 484.20**
	Cerramiento fibrocemento 17m	m2	45	10.76	$ 484.20
	Lamina en Fibrocemento 2.44 x	Und	15	19.01	$ 285.15
	Tornillería	%(lamina)	0.05	285.12	$ 14.26
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	42.3	4.37	$ 184.85

Tabla 18. Cuantía de recubrimientos y terminados - mampostería estructural

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Ubicación	Ítem	Unidad	Cantidad
Muros interiores	Pañete muros	m2	1842.57
Muros interiores	Estuco	m2	1842.57
Muros interiores	Filos y Dilataciones	m	343.08
Entrepisos	Resane Bajo Placa	m2	382.08
Entrepisos	Estuco	m2	382.08

Tabla 19. Análisis presupuestario en revestimientos y terminados – mampostería estructural

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
4	REVESTIMIENTOS Y ACABADOS				$ 14,219.09
4.1	PANETES BAJO PLACA				**$ 1,556.82**
4.1.1	Resane Bajo Placa	m2	350	2.87	$ 1,003.82
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	8.5	69.51	$ 590.84
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	92.39	4.47	$ 412.98
4.1.2	Estuco	m2	350	0.88	$ 308.00
	Estuco Plástico	gl	58.33	2.36	$ 137.66
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	38.09	0.6	$ 22.85
4.1.3	Vinilo 2 manos para interiores	m2	350	0.7	$ 245.00
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	14	9.8	$ 137.20
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	24.5	4.47	$ 109.52
4.2	PANETES MUROS INTERNOS				**$ 10,664.67**
4.2.1	Filos y Dilataciones	m	343.08	6.38	$ 2,188.85
	Mortero Retardado 1500	m3	0.31	50.94	$ 15.79
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	42.29	4.48	$ 189.46
4.2.2	Pañete muros	m2	1842.57	3.01	$ 5,546.14
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	48.77	49.28	$ 2,403.39
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	699	4.48	$ 3,131.52
4.2.3	Estuco	m2	1842.57	0.88	$ 1,621.46
	Estuco Plástico	gl	307.1	2.37	$ 727.83
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	200.51	4.48	$ 898.28
4.2.4	Vinilo 2 manos para interiores	m2	1842.57	0.71	$ 1,308.22
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	73.7	9.82	$ 723.73
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	128.96	4.48	$ 577.74
4.3	PANETES MUROS EXTERNOS				**$ 1,997.60**
4.3.1	Pañete Muros exteriores Fachad	m2	528.24	0.88	$ 464.85
	Mortero Pega Pañete 75 kg/cm2	m3	88.04	2.37	$ 208.65
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	57.48	4.48	$ 257.51
4.3.2	Estuco	m2	382.08	3.03	$ 1,157.70
	Estuco Plástico	gl	133.73	3.8	$ 508.17
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	0.05	508.68	$ 25.43
4.3.3	Vinilo 2 manos para fachada	m2	528.24	0.71	$ 375.05
	Pintura Acrílica 100 Diluible Agua	Gal	21.13	9.82	$ 207.50
	Cuadrilla Acabados 1-1	Hc	36.98	4.48	$ 165.67

Tabla 20. Análisis de precios unitarios - cubierta

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
5	**CUBIERTA**				**$ 4,007.06**
5.1	**ESTRUCTURA DE CUBIERTA**				**$ 859.24**
5.1.1	Cubierta Perfiles S894116	m2	212.24	35.58	$ 859.24
	Perfiles S894116	ml	300	2.04	$ 612.00
	Refuerzo Cubierta S894116	ml	24.01	2.04	$ 48.98
	Conexiones Cubierta	%	0.16	613.43	$ 98.15
	Tornillería	%	0.19	613.43	$ 98.15
	Cuadrilla Estructural 2-2	Hc	39.18	10.31	$ 1.96
5.2	**TIPO CUBIERTA**				**$ 2,359.25**
5.2.1	Placa Fibrocemento No. 10	Und	56	28.99	$ 1,623.44
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	224	0.15	$ 33.60
	Placa Ondulada Fibrocem No 10	Und	56	26.04	$ 1,458.24
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	30.24	4.37	$ 132.15
5.2.2	Placa Fibrocemento No. 8	Und	28	16.23	$ 735.81
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	196	0.15	$ 29.40
	Placa Ondulada Traslucida No8	Und	49	12.45	$ 610.05
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	22.05	4.37	$ 96.36
5.3	**SISTEMAS DE PROTECCION**				**$ 98.95**
5.3.1	Tapa Junta Horizontal Acero Galv Cal 14 d=20	m	11.6	8.53	$ 98.95
	Masilla Plástica Sello Traslapos	Kg	0.8	1.05	$ 0.84
	Cuadrilla Carpinterías 1-1	Hc	8.12	5.77	$ 46.85
	Flanche Acero Galv Cal 14 d=20cm	m	23.2	5.83	$ 135.26
5.4	**SISTEMAS DE DRENAJE**				**$ 689.62**
5.4.1	Canal PVC Trapezoidal	m	18.4	9.51	$ 174.98
	Canal PVC Trapezoidal	m	51.91	3.59	$ 186.36
	Soporte Canal Trap PVC	Und	138.1	1.04	$ 143.62
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	151.2	0.029	$ 4.38
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	18.54	5.32	$ 98.63
5.4.2	Bajante PVC Rectangular	m	56	9.19	$ 514.64
	Bajante PVC Rectangular	m	57.75	3.22	$ 185.96
	Soporte Metálico Bajante PVC	Und	157.5	0.92	$ 144.90
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	105	0.029	$ 3.05
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	15.67	5.32	$ 83.36

Tabla 21. Costos directos cubierta y mampostería

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDADES	VALOR UNITA	VALOR TOTAL
5	**CUBIERTA**				**$ 3,908.02**
5.1	**ESTRUCTURA DE CUBIERTA**				**$ 760.20**
5.1.1	Perfil Acero 100 x 40mm e= 2.50 mm	m	84	9.05	$ 760.20
	Perfil de Acero 100 x 40 mm e =2.50	m	84	5.28	$ 443.52
	Montaje Perfil en Acero	m	84	3.77	$ 316.68
5.2	**TIPO CUBIERTA**				**$ 2,359.25**
5.2.1	Placa Fibrocemento No. 10	Und	56	28.99	$ 1,623.44
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	224	0.15	$ 33.60
	Placa Ondulada Fibrocem No 10	Und	56	26.04	$ 1,458.24
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	30.24	4.37	$ 132.15
5.2.2	Placa Fibrocemento No. 8	Und	28	16.23	$ 735.81
	Gancho Amarre Teja Ondulada 50mm	Und	196	0.15	$ 29.40
	Placa Ondulada Traslucida No8	Und	49	12.45	$ 610.05
	Cuadrilla Obra Negra 1-1	Hc	22.05	4.37	$ 96.36
5.3	**SISTEMAS DE PROTECCION**				**$ 98.95**
5.3.1	Tapa Junta Horizontal Acero Galv Cal 14 d=20	m	11.6	8.53	$ 98.95
	Masilla Plástica Sello Traslapos	Kg	0.8	1.05	$ 0.84
	Cuadrilla Carpinterías 1-1	Hc	8.12	5.77	$ 46.85
	Flanche Acero Galv Cal 14 d=20cm	m	23.2	5.83	$ 135.26
5.4	**SISTEMAS DE DRENAJE**				**$ 689.62**
5.4.1	Canal PVC Trapezoidal	m	18.4	9.51	$ 174.98
	Canal PVC Trapezoidal	m	51.91	3.59	$ 186.36
	Soporte Canal Trap PVC	Und	138.1	1.04	$ 143.62
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	151.2	0.029	$ 4.38
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	18.54	5.32	$ 98.63
5.4.2	Bajante PVC Rectangular	m	56	9.19	$ 514.64
	Bajante PVC Rectangular	m	57.75	3.22	$ 185.96
	Soporte Metálico Bajante PVC	Und	157.5	0.92	$ 144.90
	Tornillo Acero 1/2 x 1/4	Und	105	0.029	$ 3.05
	Cuadrilla Inst Hidrosanit 1-1	Hc	15.67	5.32	$ 83.36

Tabla 22. Comparación de sistemas constructivos

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCION	MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL TRADICIONAL	LIGHT STEEL FRAMING	AUMENTO/ REDUCCION	PORCENTAJE
EXCAVACIONES Y RELLENO	$ 227.59	$ 227.59	$ -	0%
CIMENTACION	$ 6,585.23	$ 5,214.56	$ -1,370.67	2%
ESTRUCTURA	$ 13,376.59	$ 22,809.34	$ 9,432.75	15%
REVESTIMIENTOS/ACABADOS MUROS	$ 14,219.09	$ 9,307.87	$ -4,911.22	8%
CUBIERTA	$ 3,908.02	$ 4,007.06	$ 99.04	0%
REDES INTERNAS ENERGIA/ TELF	$ 7,870.54	$ 7,870.54	$ -	0%
REDES INTERNAS DE AGUA	$ 4,930.23	$ 4,930.23	$ -	0%
REDES INTERNAS GAS	$ 577.41	$ 577.41	$ -	0%
ACABADO PISOS	$ 101.89	$ 101.89	$ -	0%
ENCHAPE MUROS	$ 665.23	$ 665.23	$ -	0%
CARPINTERIA MADERA	$ 324.85	$ 324.85	$ -	0%
CARPINTERIA METALICA	$ 1,636.73	$ 1,636.73	$ -	0%
SOLUCION EN VENTANAS	$ 2,139.74	$ 2,139.74	$ -	0%
DOTACION BANOS	$ 970.48	$ 970.48	$ -	0%
DOTACION COCINAS	$ 964.15	$ 964.15	$ -	0%
TOTAL	$ 58,497.77	$ 61,747.67	$ 3,249.90	5%

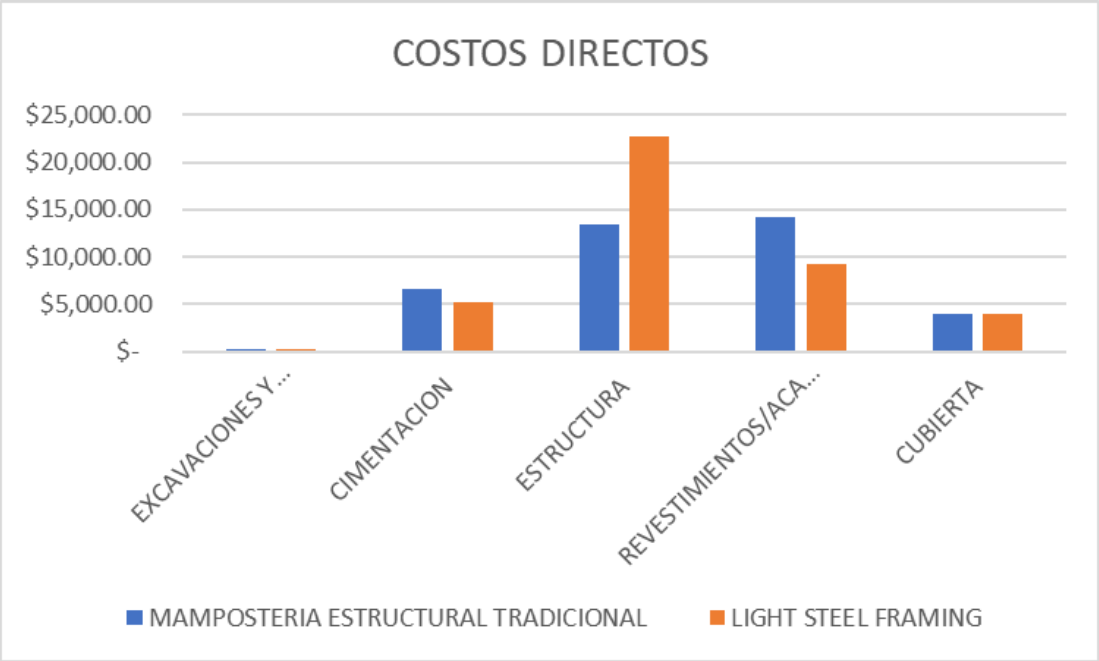


Ilustración 37. Costos directos

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Tabla 23. Costos indirectos por steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDADES	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PERSONAL PARA ADMINISTRACION				$ 16,740.00
Director de Obra	mes	3.1	$ 1,800.00	$ 5,580.00
Residente de Obra	mes	3.1	$ 1,200.00	$ 3,720.00
Auxiliar Administrativo	mes	3.1	$ 800.00	$ 2,480.00
Maestro General	mes	3.1	$ 900.00	$ 2,790.00
Ayudante llavero	mes	3.1	$ 700.00	$ 2,170.00
CONSUMO SERVICIOS				$ 771.90
Consumo Energía	mes	3.1	$ 80.00	$ 248.00
Consumo Agua Potable	mes	3.1	$ 49.00	$ 151.90
Provisionales Sanitarias (Baños)	mes	3.1	$ 120.00	$ 372.00
COMUNICACIONES				$ 961.00
Monitoreo Alarma	mes	3.1	$ 250.00	$ 775.00
Teléfono Celular	mes	3.1	$ 60.00	$ 186.00
SERVICIOS DE APOYO				$ 3,332.50
Vigilancia Turnos 24 Horas	mes	3.1	$ 850.00	$ 2,635.00
Aseos Obra	mes	3.1	$ 225.00	$ 697.50
HERRAMIENTAS				$ 883.50
Herramienta Menor	mes	3.1	$ 285.00	$ 883.50
DOTACIONES				$ 1,007.50
Dotación Seguridad Industrial	mes	3.1	$ 325.00	$ 1,007.50

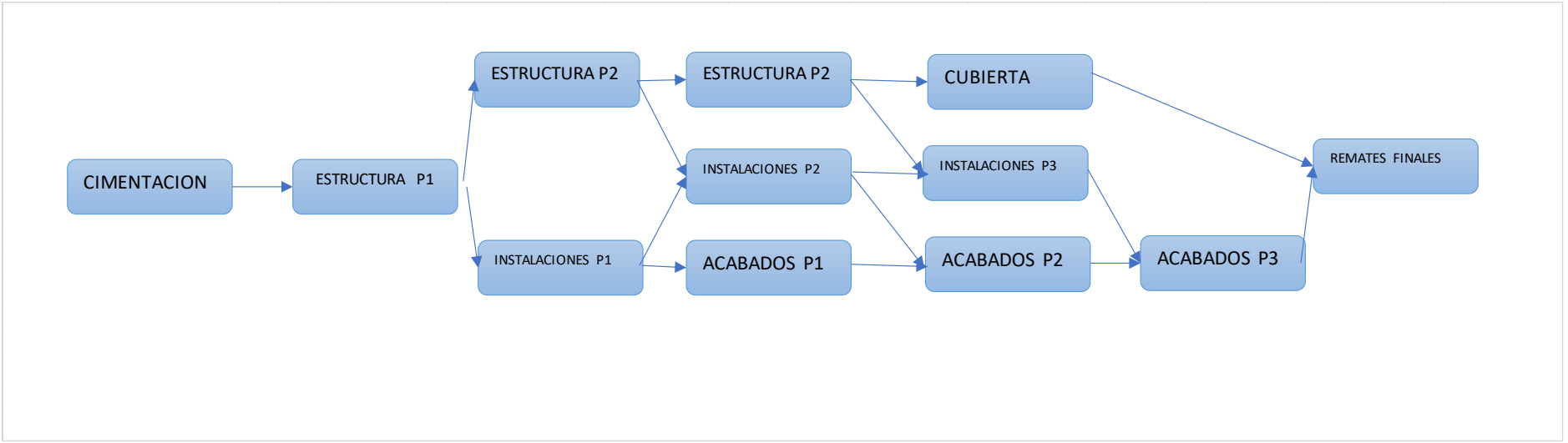


Ilustración 38. Ruta crítica del proyecto

Fuente: Hugo Usamá, 2022

Tabla 24. Duraciones de actividades y restricciones

Fuente: Hugo Usamá, 2022

ACTIVIDAD	DURACION	ITEM	GRUPO	DURACION	CONDICIONES
Excavaciones vigas	2.68	1	Cim	8	
Armado de vigas	2.68				
Fundida de Cimentación	2.68				
Muros Primer Piso	14	2	Est piso 1	22	1
Entrepiso Nivel 1 + Escalera	8				
Muros Segundo Piso	13	3	Est piso 2	22	2
Entrepiso Nivel 2 + Escalera	9				
Muros Tercer Piso	15	4	Est piso 3	15	3
Cubierta	8	5	Cubierta	8	4
Instalaciones Redes Piso 1	1.3	6	Inst 1	1.3	2
Revestimientos (Muros + Cielo Raso) Nivel 1 + Pintura	14	7	Acab 1	14	6
Instalaciones Redes Nivel 2	1.3	8	Inst 2	1.3	3;6
Revestimientos (Muros + Entrepiso + Escaleras) Nivel 2	11	9	Acab 2	11	7;8
Instalaciones Redes Nivel 3	1.3	10	Inst 3	1.3	4;8
Revestimientos (Muros + Entrepiso)Nivel 3	11	11	Acab 3	11	10;9
Enchape baños	2	12	Remates	13	5;11
Ventanería	3				
Carpintería Metálica	2				
Aparatos Sanitarios	2				
Carpintería Madera	2				
Remates y Aseo Final	2				

Tabla 25. Matriz de duraciones y relaciones steel framing

Fuente: Hugo Usamá, 2022

		Cim	Est Piso 1	Est Piso 2	Est Piso 3	Cubierta	Inst. 1	Inst. 2	Inst. 3	Acab. 1	Acab. 2	Acab .3	Remates	
	Dur	8	22	22	15	8	1.5	1.5	1.5	14	11	11	13	T acu
Cim	8													0
Est Piso 1	22	x												8
Est Piso 2	22		x											30
Est Piso 3	15			x										52
Cubierta	8				x									67
Inst. 1	1.5													30
Inst. 2	1.5		x				x							52
Inst. 3	1.5			x				x						67
Acab. 1	14				x		x							31.5
Acab. 2	11							x		x				53.5
Acab .3	11								x		x			68.5
Remates	13					x						x		79.5
	T acumulado	0	8	30	52	71.5	42	56	67	43.5	57.5	68.5	79.5	

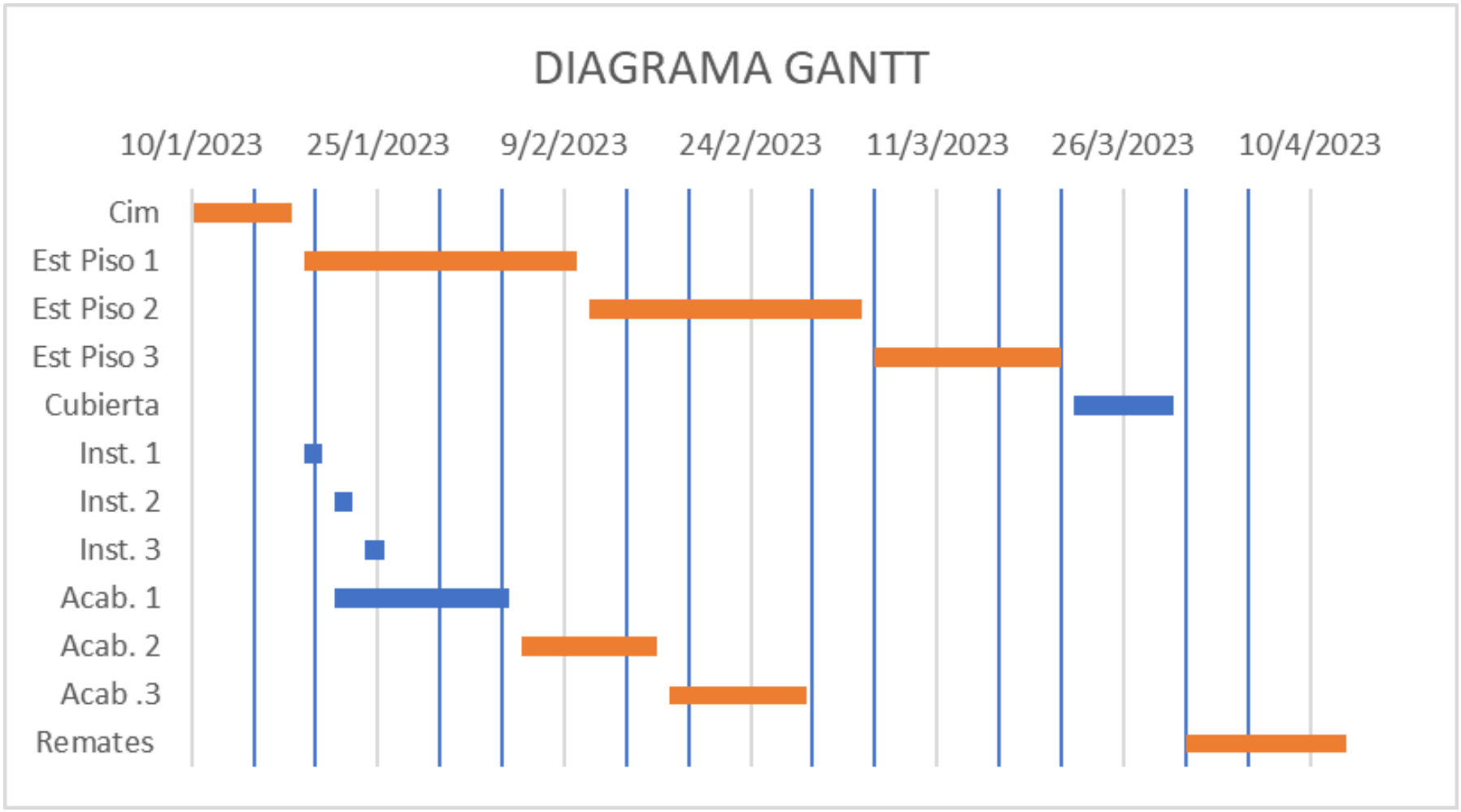


Ilustración 39. Diagrama Gantt del proyecto

Fuente: Hugo Usamá, 2022